Aus dem Hygiene-Institut

der

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Mikrobiologische Kontamination von Wasserstellen in medizinischen Geräten - Bestandsaufnahme in Krankenhäusern von Rheinland-Pfalz sowie epidemiologische Studie zur Sanierung

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von Mechtild Spielmann

aus Klein-Auheim

Mainz 1985

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554223_0007

Aus dem Hygiene-Institut

der

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Mikrobiologische Kontamination von Wasserstellen in medizinischen Geräten - Bestandsaufnahme in Krankenhäusern von Rheinland-Pfalz sowie epidemiologische Studie zur Sanierung

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von Mechtild Spielmann

aus Klein-Auheim

Mainz 1985

Dekan:	Prof. Dr. J. Michaelis
1. Gutachter:	Prof. Dr. med. J. Borneff
2. Gutachter:	Prof. Dr. med. H.-P. Werner
Tag der Promotion:	5.6.1985

Inhalt

		Seite
1.0	Einleitung	1
2.0	Problemstellung	12
3.0	Erhebung des Ist-Zustandes an Wasserstellen medizinischer Geräte aus Krankenhäusern in Rheinland-Pfalz	14
3.1	Material und Methodik	14
3.2	Ergebnisse	18
4.0	Vergleichende Untersuchungen der Kontamination in Wasserstellen medizinischer Geräte sowie mikrobielle Besiedlung in Trachealsekreten der betreffenden Patienten von zwei Intensivpflegestationen	31
4.1	Material und Methodik	31
4.2	Erhebung des Ist-Zustandes	33
4.3	Ergebnisse	39
5.0	Diskussion	54
6.0	Zusammenfassung	68
7.0	Literatur	70

1.0 Einleitung

Der Intensivpatient muß sich im Laufe seiner Behandlung einer Reihe von Maßnahmen unterziehen, die zur Aufrechterhaltung seiner lebensnotwendigen Funktionen wie Atmung und Kreislauf unerläßlich sind, ihn jedoch der Gefahr einer nosokomialen Infektion aussetzen. Dies trifft vor allem für den intubierten bzw. tracheotomierten und beatmeten Patienten zu. Er ist besonders im Hinblick auf eine Keimbesiedlung und Infektion seiner Luftwege gefährdet (KILIAN 1980). Die Atemwegsinfektion ist nach den Infektionen der Harnwege die häufigste infektiöse Komplikation im Rahmen der Intensivtherapie (ASHBAUGH und PETTY 1972; BRYANT und Mitarb. 1972; FAIRLEY 1969; HIRAM und POLK 1973; STEINBEREITHNER und Mitarb. 1973), und "die bronchopulmonale Infektion steht heute an der Spitze der Letalitätsstatistik beatmeter Patienten" (ASHBAUGH und PETTY 1972; BRYANT und Mitarb. 1972; La FORCE und EICKHOFF 1977; SIMMENDINGER und PACKSCHIES 1974; STEVENS und Mitarb. 1974).

Umso wichtiger ist für den Arzt und das Pflegepersonal die Erkennung von Infektionswegen sowie die Unterbrechung und Verhütung von Infektionsketten.

Immer wieder wurde in Publikationen auf kontaminierte Wasserstellen in medizinischen Geräten, die bei Beatmungspatienten oder zur Atemtherapie eingesetzt werden, hingewiesen (EDMONDSON und Mitarb. 1966; GORMAN und Mitarb. 1980; GRIEBLE und Mitarb. 1970; GRÜN 1969; HOFFMANN und FINBERG 1955; KOSS und Mitarb. 1979; LOCKWOOD und TYLER 1971; MEENHORST und Mitarb. 1983; MERTZ und Mitarb. 1966, OLDS und Mitarb. 1972; REINHARDT und Mitarb. 1980; RINGROSE und Mitarb. 1968; SANDERS und Mitarb. 1970; STOUT und Mitarb. 1982).

In einer Vielzahl dieser Apparate wie Beatmungsgeräten,Verneblern bzw. Befeuchtern zum Anfeuchten der Atemluft, In-

haliergeräten, Inkubatoren wurden hohe Keimzahlen festgestellt.

Nach DICKGIESSER und RITTWEGER (1979) kommt es zu einer Keimvermehrung in diesen Geräten nach 6 bis 24 Stunden. Wesentlich schneller geht es, wenn durch organisches Material (Verunreinigung) die Nährstoffbedingungen für Bakterien entscheidend verbessert werden.

All diesen Geräten ist gemeinsam, daß für ihren Betrieb eine Wasserbevorratungsstelle nötig ist, diese dient beim Befeuchter zur Absättigung der Luft mit Wasserdampf. Die Vernebler arbeiten zum einen nach dem Venturi-Prinzip, hierbei wird die Wasserstelle zur Aerosolierung benötigt (bei Zimmertemperatur oder in erhitztem Zustand),zum anderen können Aerosole auch durch Ultraschall mittels eines ununterbrochen schwingenden Kristalles, meist Quarz, erzeugt werden. Diese Wasserbevorratungsstelle ist nach KILIAN (1980) als Keimreservoir anzusehen, speziell für sog. "Naßkeime" wie Pseudomonaden, aber auch für Enterobacter und Escherichia coli (DUNKELBERG und Mitarb. 1976).

TUSCHEWITZKI und Mitarb. (1983) wiesen nach, daß es innerhalb von 24 Stunden zu einem dünnen filmartigen Belag auf PVC-Schläuchen beim Durchfluß von Trinkwasser kommt. Dieser Belag besteht aus polymeren organischen Substanzen und bildet die Grundlage für die Anhaftung von Mikroorganismen, die sich rasch vermehren. Nach insgesamt 72 Stunden ist die Keimbesiedlung flächendeckend.

Ist es erst einmal durch unsachgemäßes Arbeiten mit dem Gerät zur Kontamination des Wasserbehälters gekommen, verbreiten sich die Mikroorganismen entlang des Schlauches bis hin zum Aerosol (PIERCE und SANFORD 1973; ZIMMERMANN 1973). Bedenkt man, daß bei mittlerer Kapazität eines Ultraschallverneblers (3.600 ml/24 h) etwa 80 ml in die unteren Alveolen gelangen (WOLFSDORF und Mitarb. 1969), so machen diese Angaben deutlich, wie hoch für den Patienten das Risiko ist, eine Infektion der Atemwege zu erleiden.

Das Personal ist in der Handhabung der Geräte oftmals unzureichend unterrichtet, "betriebsblind" oder aber kommt aus Zeitmangel nicht zur richtigen Behandlung. So entsteht zusatzliche Gefährdung für den Patienten durch zu lange Betriebsdauer, d.h. die kontaminierbaren Teile werden nicht vorschriftsmaßig gewechselt. Bereits beim Zusammensetzen der einzelnen aufbereiteten Teile kann es zur Rekontamination des Gerätes kommen. Häufig wird nicht steriles Wasser benutzt oder aber steriles Aqua dest. nur wiederaufgefüllt, ohne den Behälter in regelmäßigen zeitlichen Intervallen zu wechseln. Die Aufbereitung der Schlauchteile oder Wasserbehälter durch das Personal erfolgt üblicherweise auf dem Wege der chemischen Desinfektion. Wie unsicher diese Methode ist, zeigen EXNER und Mitarbeiter (1982). Bakterien, vor allem Pseudomonas aeruginosa, sind in eine schützende Hülle aus extrazellulärem Material eingebettet und daher für Desinfektionsmittel nur schwer angreifbar. Zusätzlich ist es üblich, die derart aufbereiteten Materialien zum Abspülen des Desinfektionsmittels in Leitungswasser einzulegen. Dadurch wird eine erneute Keimbesiedlung ermöglicht.

In letzter Zeit sind von den Geräteherstellern Verbesserungen im Hinblick auf die Sterilisierbarkeit bzw. thermische Desinfizierbarkeit der einzelnen Geräteteile eingeführt worden; es bleiben jedoch noch weitere Probleme zu lösen, die durch fehlerhafte Konstruktionen bedingt sind, wie beispielsweise die Bildung sekundärer Wasserreservoire während des Betriebes, die Kondensatbildung in den Schlauchen sowie die Abgabe wachstumsfördernder Stoffe aus den Kunststoffmaterialien. Viele Jahre wurde schon von Krankenhaushygienikern auf diese Zustände hingewiesen, ohne jedoch genügend Beachtung zu finden. Eher gewinnt man den Eindruck, daß eine Gefährdung nicht erkannt wird und die Einstufung erfolgt, daß "dieser Zustand eben vorhanden sei".

Von seiten der Kliniker, also der Anwender, wird die Notwendigkeit einer Ausschaltung dieser Gefahrenquellen verkannt.

Die Gefährdung von Patienten durch kontaminierte Wasserstellen in den Geräten ist jedoch durch zahlreiche Berichte über Erkrankungen und Todesfälle bewiesen. Tabelle 1 veranschaulicht solche Literaturstellen, wobei davon auszugehen ist, daß die publizierten Ereignisse einen eher kleinen Anteil der tatsächlichen widerspiegeln. Zum besseren Überblick wurden die Berichte nach dem Ort der Verunreinigung (Ursache) zusammengestellt. Hier wird deutlich, daß es schon vor der Übergabestelle an das Krankenhaus, also bei der Trinkwasseraufbereitung, zur Keimanreicherung kommen kann, was allerdings bei korrektem Einsatz zur Trinkwasserherstellung selten sein dürfte (s. Tab. 1, Punkt 1.1).

Häufiger wird innerhalb des Krankenhauses durch nachträglich installierte Aufbereitungsanlagen das Wasser kontaminiert (s. Tab. 1, Punkt 1.2). Die Verkrustungen und Verkalkungen werden gelöst, mit dem Schmutz gelangen auch Keime in die Trinkwasserverteilungsnetze. Nicht nur Pseudomonas als typischer Wasserkeim ist vertreten, auch Enterobakterien und Legionellen sind durch die Temperaturen zum Besiedler des Warmwasserbereiches geworden.

Auf dem Wege des Aerosols gelangen die Legionellen in die Atemwege der Patienten und lösen hier eine spezifische Pneumonie oder aber eine grippeähnliche Symptomatik, das sog. Pontiac-Fieber, aus.

An den Auslässen, Belüftern und Perlatoren von Armaturen kommt es durch Verkalkung und Inkrustierung ebenfalls zur Keimverbreitung (s. Tab. 1, Punkt 1.2.2), und für die Pseudomonaden genügen selbst die wenigen Nährstoffe, die ein Plastikkanister liefert (s. Tab. 1, Punkt 1.3).

Die häufigste Ursache von Infektionen, die mit nicht keimfreiem Wasser einhergehen, sind jene Geräteteile oder wasser-

führenden Stellen von Apparaten, die am Patienten unmittelbar (Beatmungsgeräte, Absauggeräte und Anästhesiematerialien) oder mittelbar (Ultraschallvernebler, Sauerstoffgeräte, Raumluftbefeuchter, Inkubatoren, feuchte Zelte, Spül- und Desinfektionslösungen)eingesetzt werden (2.0). Die Keime verbreiten sich entweder mit Hilfe der Aerosole, die dieses Gerät abgibt, oder aber das Wasser in den Geräten trägt zur Kontamination der Schläuche und Ansatzstücke bei. Auch beim Zusammenfügen der einzelnen Teile des Gerätes nach der Wiederaufbereitung kann es zur Rekontamination kommen. Naturgemäß sind Pseudomonaden sehr häufig vertreten, jedoch auch Acinetobacter, Achromobacter, Serratien und Legionellen, sogar Salmonellen konnten in einem Fall nachgewiesen werden.

Schließlich kann es auch während des Betriebes von Apparaten, die eine Wasserbevorratungsstelle aufweisen, zur Vermehrung von Keimen kommen (3.0).

Tabelle 1

1.0 Verwendung von kontaminiertem Wasser

1.1 Kontamination und Vermehrung im Trinkwasser (vor Hauskante)

Ursache	*Übertragungsweg*	*Keimart*	*Patienten*	*Erkrankung*	
kontamin. Wasser eines Tiefbohrbrunnens	Reinigung Neugeborener	P. aeruginosa Enterobakterien	Neugeborene	Nabelschnursepsis mit Todesfolge	WEBER, WERNER, MATSCHNIGG (1971)
Aufbereitungsanlage	Reinigung Neugeborener	P. aeruginosa Enterobakterien	2 Neugeborene	Septikämie mit Todesfolge	WEBER, KLENNER, WERNER (1973)
kontamin. Wasser eines Tiefbrunnens	Reinigung Neugeborener	P. aeruginosa	Neugeborene	Nabelschnursepsis Meningitiden	WERNER, MOSER (1970)

1.2 Kontamination und Vermehrung im Trinkwasser innerhalb des Krankenhauses

Ursache	*Übertragungsweg*	*Keimart*	*Patienten*	*Erkrankung*	
Phosphatierungsanlage	Reinigung nach der Geburt	P. aeruginosa Enterobakterien	Wöchnerinnen	"gramneg." Sepsis 2 Todesfälle	BORNEFF, WERNER, DUNKELBERG (1972)
Druckbehälter	Händekontamination (?)	P. aeruginosa Enterobakterien	Erwachsene	Augeninfektionen (?)	SPIELMANN, WERNER (1982)
Warmwasserleitung einer Station	Wasserflaschen, die zum Durchspülen der Absaugpumpen oder Katheter verwendet wurden (Auffüllen mit Leitungswasser)	P. paucimobilis	6 Erwachsene	Besiedelung der Atemwege, Harnwegsinfektionen	CRANE, TAGLE, PALUTKE (1981)
Trinkwasserverteilungssystem		Leg. pneumophila Leg. micadei	Erwachsene	Legionärskrankheit	BEST, STOUT, MUDER, YU, GOETZ, TAYLOR (1983)
Trinkwasserverteilungssystem		Mycobacterium kansasii	Erwachsene	./.	FREBAULT, DAVID (1983)

Ursache	*Übertragungsweg*	*Keimart*	*Patienten*	*Erkrankung*	
Warmwasser-verteilungssystem		Pittsburg pneumonia (Leg. micadei)	Erwachsene	Legionärskrankheit allg. Pneumonie 1 Todesfall	STOUT, YU, VICKERS, SHONNARD (1982)
Warmwasser	mit Trinkwasser gefüllte Vernebler bzw. Raumluftbefeuchter	Leg. pneumophila	5 Erwachsene	Legionärskrankheit	ARNOW, CHOU, WEIL, SHAPIRO, KRETZ-SCHMAR (1982)
Trinkwasser	Magenspülung	Leg. pneumophila	Erwachsene	Legionärskrankheit	DOURNON, BURE, DESPLACES, MAYAND (1982)
Entionisierungs-anlage	Dialyseflüssigkeit	Pseudomonas species	Erwachsene	Fieber, Schüttelfrost	SONNTAG, HINGST (1984)

1.2.2 an den Auslässen, Perlatoren, Belüftern

Ursache	*Übertragungsweg*	*Keimart*	*Patienten*	*Erkrankung*	
Belüfter am Wasserhahn		P. aeruginosa	Frühgeborene	Pneumonie mit Todesfolge	WILSON, NELSON, PHILLIPS, BOAK (1961)
Abwasser in den Siphons und Waschbecken		E. coli P. aeruginosa	Neugeborene	Enteritis	BREITFELLNER, MESCHKAT (1975)
Badewanne	Wasser	P. aeruginosa	Erwachsener (Verbrennung 3. Grades)	Sepsis mit Todesfolge	KOCH, RIESSNER (1968)

1.3 aus ungeeigneten Behältern

Ursache	*Übertragungsweg*	*Keimart*	*Patienten*	*Erkrankung*	
demineralisiertes Wasser in 10 l-Containern	Aufheizen von Dialyse-flüssigkeit im Warmwasserbad	P. aeruginosa	8 Erwachsene	Peritonitis	KOLMOS, ANDERSEN (1979)

2.0 Verwendung von kontaminierten Geräteteilen

Ursache	Übertragungsweg	Keimart	Patienten	Erkrankung	
Vernebler	Aerosole	Leg. pneumophila	-	-	GORMAN, YU, BROWN, HALL, CORCORAN, MARTIN, BIBB, MORRIS, MAGNUSSEN, FRASER (1980)
Beatmungsgerät	kont. Teile	P. aeruginosa	Erwachsene	Superinfektion	SEN, LOURIA (1982)
Beatmungsgerät	kont. Teile	P. aeruginosa Klebs. spp. Strep. pneumoniae	Erwachsene	Pneumonie z.T. Todesfälle	CROSS, ROUP (1981)
Luftbefeuchter	Aerosole	B. cereus	Erwachsene	Pneumonie	KOHLER, GROSS, SALVAGGIO, HAWKINS (1976)
Ultraschallvernebler		Serr. marcescens	Erwachsene	Pneumonie	RINGROSE, McKOWN, FELTON, BARCLAY, MUCHMORE, RHOADES (1968)
Raumluftbefeuchter		P. aeruginosa	Erwachsene	Pneumonie	GRIEBLE, COLTON, BIRD, TOIGO, GRIFFITH (1970)
Vernebler		Acinetobacter	Erwachsene	Pneumonie	SMITH, MASSANARI (1977)
Inkubatoren	Wasser	Achromobact. sp. Flavobact. sp.	Neugeborene	Sepsis 6 Todesfälle	POLEY, GRAVELLE, ENGLEHARD, CHIN (1961)
Absauggerät	ungenügende Aufbereitung des Saugers	P. aeruginosa	Neugeborene	Meningitis Pneumonie	BASSETT, THOMPSON, PAGE (1965)

Ursache	Übertragungsweg	Keimart	Patienten	Erkrankung	
Vernebler	Aerosol	Enterobakterien	Erwachsene	Pneumonie	ROBERTS, COCKCROFT, JOHNSON, FISHWICK (1973)
Absaugapparat	Aerosol	Serr. marcescens	Kinder		McCORMACK, KUNIN (1966)
Duodenoskope	Endo-Washer	Pseudomonaden	Erwachsene	Septikämie 3 Todesfälle	HELM, BAUERNFEIND, FRECH, HAGENMÜLLER (1984)
Beatmungsgerate	Wasser	P. aeruginosa	4 Erwachsene	Pneumonie 4 Todesfälle	TINNE (1977)
Beatmungsgeräte	Befeuchterteil	grammeg. Bakterien	Erwachsene	nekrotisierende Pneumonie	REINARZ, PIERCE, MAYS et al. (1965)
Spüllösungen aus Apotheke	Wasser	P. cepacia	Erwachsene	Urogenitalinfektionen	RANDALL (1980)
Spüllösungen aus Apotheke	Aqua dest.	P. thomasii	Erwachsene	Bakteriämie Harnwegsinfektionen Atemwegsinfektionen	PHILLIPS, EYKYN, LAKER (1972)
Desinfektions-mittellösungen	Wasser	P. multivorans	Erwachsene	Wundinfektion	BASSETT, STOKES, THOMAS (1970)
Lokalanaestheticum	Wasser	P. cepacia	Erwachsene	Atemwegsinfektion	SCHAFFNER, REISIG, VERRALL (1973)
Desinfektions-mittellösung	Wasser	P. cepacia	Erwachsene	Septikämie	PHILLIPS, EYKYN, CURTIS, SNELL (1971
Ultraschall-vernebler	Wasser	grammeg. Bakterien	Erwachsene		SHOADES, RINGROSE, MOHR, BROOKS, McKOWN, TELTON (1971)

Ursache	*Übertragungsweg*	*Keimart*	*Patienten*	*Erkrankung*	
Befeuchter		P. aeruginosa	Neugeborene	Infekt	HOFFMANN, FINBERG (1955)
kontam. Anästhesiegerät		P. aeruginosa	Erwachsene	Pneumonie 1 Todesfall	OLDS, KISCH, EBERLE, WILSON (1972
feuchte Zelte	Vernebler	gramneg. Bakterien	Kinder	Pneumonie	EDMONDSON, REINARZ, PIERCE, SANFORD (1966)
Beatmungsanlage	Vernebler	Serr. marcescens	Erwachsene	Pneumonie Harnwegsinfektion	CABRERA (1969)
Vernebler	Aerosole	Klebsiellen	Erwachsene	Pneumonie	MERTZ, SCHARER, McCLEMENT (1967)
Beatmungsgerät	Belüftungsvorrichtung	P. aeruginosa	Erwachsene	Pneumonie	PHILLIPS, SPENCER (1965)
Beatmungsgerät		P. aeruginosa	Erwachsene	Atemwegsinfektion	SANDISON, McCORMICK, SYKES (1963)
Kaltluftvernebler		P. aeruginosa	Neugeborene	Pneumonie	RUBBO, GARDNER, FRANKLIN (1966)
Trachealkatheter	Einlegen in unsteriles Leitungswasser	P. aeruginosa	Erwachsene	Pneumonie	SUTTER, HURST, GROSSMANN, CALONJE (1966)
Sauerstoffgerät	zurückgebliebenes Wasser in den Beatmungsbeuteln	P. aeruginosa	Neugeborene	Sepsis, Pneumonie	FIERER, TAYLOR, GEZON 1967)
Wasserbehälter von Beatmungs- und Absauggerät		Salmonellen	Neugeborene	Salmonellose	RUBENSTEIN, FOWLER (1955)
Inkubator	Wasser	P. pyocyanea	Neugeborene		BARRIE (1965)

Ursache	*Übertragungsweg*	*Keimart*	*Patienten*	*Erkrankung*	
Vernebelung in Sauerstoffzelten	Wasser	Flavobakt.	4 Erwachsene	Infektion mit Flavobakterien bei Herz-Lungen-Pat.	HERMAN, HIMMELSBACH (1965)
Kaltwasser-vernebler	Aerosole	gramneg. Bakterien	Erwachsene	nekrotisierende Pneumonie	PIERCE, EDMONDSON, McGEE, KETCHERSIDE. LONDON, SANFORD (1966)
Absauggerät	kontam. Sauger	P. aeruginosa	Erwachsene	Atemwegserkrankung	ROGERS (1960)
Anaesthesiematerial	Belüftungsvorrichtung an Tubus und Beutel	P. aeruginosa	Erwachsene	Atemwegserkrankung	TINNE et al. (1967)
Befeuchter	Belüftungsvorrichtung	P. aeruginosa	Erwachsene		CARTWRIGHT, HARGRAVE (1970)

3.0 Kontamination und Vermehrung während des Betriebes

Ursache	*Übertragungsweg*	*Keimart*	*Patienten*	*Erkrankung*	
zwei automatische Peritonealdialyse-maschinen	Kontamination während des Betriebes durch Peritoneal-flüssigkeit von infizierten Patienten	P. cepacia	7 Erwachsene	Septikämie Peritonitis	BERKELMANN, GODLEY, WEBER (1982)

2.0 Problemstellung

Im Jahre 1976 waren von 323 Flüssigkeitsproben, welche in 50 Krankenhäusern von Rheinland-Pfalz untersucht wurden, 22 % mit Krankheitserregern bewachsen (DUNKELBERG und Mitarb. 1976). Hauptsächlich handelte es sich bei den isolierten Erregern um Pseudomonas aeruginosa (46 %), Enterobacter (17,6 %) und Escherichia coli (12 %). Bei den Flüssigkeiten zur Befeuchtung der Einatemluft von Beatmungsgeräten, Sauerstoffgeräten, Inkubatoren und Inhalatoren konnte man sogar bei 30 % der Proben pathogene Keime kultivieren. Auch hier war Pseudomonas aeruginosa die am häufigsten nachgewiesene Keimart, gefolgt von Enterobacteriaceae . Die Keimzahlen bewegten sich meist um 10^3/ml. Schon damals hat diese Autorengruppe verlangt, daß die Schläuche und Behälter wasserführender medizinischer Geräte innerhalb von 8 bis 12 Stunden zu wechseln sind.

Das Ministerium für Gesundheit und Sport in Rheinland-Pfalz * hat im Jahre 1979 mit dem Hygiene-Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz eine "Empfehlung vordringlicher Maßnahmen zur Verhütung von Krankenhausinfektionen" erarbeitet, in der es heißt "es sollten ausschließlich Inhalationsgeräte verwendet werden, deren kontaminierbare Teile (Wasserbehälter, Schläuche) autoklavierbar sind".

Es interessierte 8 Jahre nach den Berichten über die Kontamination wasserführender Geräte in Krankenhäusern von Rheinland-Pfalz und 4 Jahre nach Herausgabe der "Empfehlung vordringlicher Maßnahmen zur Verhütung von Krankenhausinfektionen" und nach ständigem Bemühen von seiten der Krankenhaushygiene, ob sich die Situation verändert hat. Zu diesem Zweck wurden Wasserproben aus medizinischen Geräten in Krankenhäusern von Rheinland-Pfalz entnommen und im Hygiene-Institut der Universität Mainz mikrobiologisch untersucht.

---

* jetzt: Ministerium für Soziales, Gesundheit und Umwelt

Diese Befunde dienten der Erhebung des Ist-Zustandes durch differenzierte Aufarbeitung der Wasserproben aus verschiedenen medizinischen Apparaten, wie Inkubatoren, Beatmungsgeräten, Inhalationsgeräten, Sauerstoffgeräten, aber auch der Abstriche von Wasserhähnen. Die Keimdifferenzierung sollte Zusammenhänge über Keimquellen bei den verschiedenen Geräten aufdecken. Gezielte Anwendungsempfehlungen könnten dann ermöglichen, schwerwiegende Fehler zu beseitigen.

Um den Zusammenhang zwischen der Kontamination der Wasserstellen und der Besiedlung oder Infektion der Patienten abzuklären, wurden an 2 Intensivstationen der Universitätskliniken Mainz ohne Veränderung der Aufbereitungs- oder der Pflegemethoden mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt. Zum Nachweis der Gefährlichkeit unsteriler Wasserstellen an medizinischen Geräten wurden auf diesen Stationen nach einer Anleitungsphase einwandfreie Sterilwassersysteme eingeführt. Als Indikator dienten in den beiden Untersuchungszeiträumen die aus den Wasserstellen und aus den Trachealsekreten der betreffenden Patienten isolierten Keimarten.

3.0 Erhebung des Ist-Zustandes an Wasserstellen medizinischer Geräte aus Krankenhäusern in Rheinland-Pfalz

In einem Anschreiben an die ärztlichen Direktoren der Krankenhäuser in Rheinland-Pfalz wurde um die Erlaubnis gebeten, ohne Voranmeldung Wasserproben von medizinischen Geräten zu entnehmen. Auf diese Weise sollte vermieden werden, daß das Personal der Stationen besondere Vorkehrungen vor unserer Probennahme traf.

In der Zeit vom 24.1. bis 2.9.1983 wurden insgesamt 69 Krankenhäuser aufgesucht (Tab. 2) und von 71 Intensivstationen (es wurde nicht zwischen Intensivtherapie- und Intensivbeobachtungsstationen unterschieden) sowie 85 Normalstationen Wasserproben aus medizinischen Geräten entnommen. Die Aufschlüsselung der Stationen ist aus Tabelle 2 sowie die der untersuchten Geräte bzw. Entnahmestellen aus Tabelle 3 ersichtlich..

Insgesamt wurden 522 Wasserproben bzw. Abstriche aus Inkubatoren, Beatmungsgeräten, Absauggeräten, Sauerstoffgeräten, Ultraschallverneblern und Dialysegeräten sowie aus Behältern mit Aqua dest., inklusive 128 Abstrichen von Wasserhähnen, in den jeweiligen Funktionsbereichen entnommen (Tabelle 4).

3.1 Material und Methodik

Die Verarbeitung der Proben erfolgte unmittelbar nach der Probengewinnung, zumal sich in Voruntersuchungen herausgestellt hatte, daß beim sofortigen Anlegen des Materials eine um 20 % höhere Keimausbeute gelang (SPIELMANN und WERNER 1984).

Sofort nach der Probennahme wurden auf den Stationen Verdünnungen 10^{-1} und 10^{-3} in physiologischer Kochsalzlösung angelegt und jeweils 0,1 ml aus der Probe selbst sowie aus den zwei Verdünnungen auf Blut- und Endoagar mittels steriler Glasspatel verteilt. Zusätzlich wurden Anreicherungen in Caseinpepton-Sojabohnenmehlpepton-Lösung (CSL) durchgeführt.

Nach 48stündiger Bebrütung bei 37 °C wurden die Subkulturen und die Anreicherungen weiterverarbeitet. Der Keimnachweis

Tabelle 2

Entnahmestellen der Wasserproben

Anzahl der untersuchten Krankenhäuser	69	
Anzahl der untersuchten Stationen	156	
Probenzahl insgesamt	522	
Anzahl der untersuchten Intensivstationen*	71	(45,5 %)
interdisziplinäre Intensivstationen	55	
chirurgische Intensivstationen	4	
neurochirurgische Intensivstationen	1	
innere Intensivstationen	5	
kardiologische Intensivstationen	1	
Intensivstationen für Frühgeborene	3	
Anästhesie Intensivtherapie	2	
Anzahl der untersuchten Normalstationen	85	(54,5 %)
chirurgische Normalstationen	20	
innere Normalstationen	51	
gynäkologische Normalstationen	9	
Neugeborenenabteilungen	2	
Dialyse-Stationen	1	
Hals-Nasen-Ohren-Stationen	1	
gemischt (chirurgische und innere)	1	

* Da nicht zwischen Intensivtherapie- und Intensivbeobachtungsstation unterschieden wird, wurde die Bezeichnung "Intensivstation" gewählt.

Tabelle 3

Untersuchte Geräte bzw. Entnahmestellen

insgesamt:	522	100 %
Inkubatoren	7	1,3 %
Beatmungsgeräte	38	7,3 %
Absauggeräte	2	0,4 %
Sauerstoffgeräte fahrbar	48	9,2 %
Sauerstoffgeräte übrige	127	24,3 %
Ultraschallvernebler	113	21,6 %
Dialysegeräte	4	0,8 %
Aqua dest aus:		
Plastikbehälter	9	1,7 %
angebrochener Flasche	26	5,0 %
Aqua pak/Concha System	20	3,8 %
Wasserhähne		
Abstriche	128	24,5 %

Tabelle 4

Aufschlüsselung der untersuchten Proben

Proben insgesamt	522	(100 %)
Proben von Intensivstationen	288	(55,2 %)
Proben von Normalstationen	234	(44,8 %)
Proben insgesamt	522	(100 %)
davon kontaminiert	333	(63,8 %)
davon nicht kontaminiert	189	(36,2 %)
Proben insgesamt von Intensivstationen	288	(100 %)
davon kontaminiert	164	(56,9 %)
davon nicht kontaminiert	124	(43,1 %)
Proben insgesamt von Normalstationen	234	(100 %)
davon kontaminiert	169	(72,2 %)
davon nicht kontaminiert	65	(27,8 %)

für Pseudomonaden und Enterobacteriaceae wurde mit dem API 20 E-System durchgeführt, zur Erkennung von Staphylococcus aureus diente der Plasmakoagulasetest. Die Enterokokken wurden nach der Zuckerspaltung (Äskulin, Sorbit, Arabinose) und der Veränderung des pH-Wertes sowie Wachstum in CSL bei 45 °C differenziert.

3.2 Ergebnisse

Von den insgesamt 522 untersuchten Proben erwiesen sich 333 (64 %) als mit einem Keim oder einem Keimgemisch (bis zu 4 verschiedene Spezies) bewachsen (Tab. 4). Von den 288 Proben der Intensivstationen waren 57 % kontaminiert, von 234 Proben von Normalstationen war dies sogar bei 72 % der Fall. In Tabelle 5 ist die Verteilung der Gesamtproben sowie der Nicht-Kontamination, aufgeschlüsselt nach den verschiedenen Entnahmestellen (medizinische Geräte und Abstriche von Wasserhähnen) und geordnet nach Intensiv- und Normalstationen, wiedergegeben. Wenn es auch durch die Aufschlüsselung zu geringen Zahlen kommt und die Prozentwerte nicht als absolute Aussage gelten können, so ist doch ein Vergleich der Kontamination von Intensiv- und Normalstationen zulässig.

Es fällt auf, daß von 12 fahrbaren Sauerstoffgeräten auf den Intensivstationen 11 kontaminiert waren und nur aus einem Gerät (8 %) kein Keimnachweis gelang. Auf Normalstationen waren 75 % der fahrbaren Sauerstoffgeräte kontaminiert.

Die übrigen Sauerstoffgeräte, vorwiegend festmontierte, waren auf beiden Stationstypen etwa zur Hälfte bewachsen. Wesentliche Unterschiede zeigten die Wasserstellen der Ultraschallvernebler. Wahrscheinlich wegen besserer Wartung und Beachtung der Vorschriften durch das Personal waren auf Intensivstationen 53 % der Proben nicht bewachsen, was jedoch auf Normalstationen nur bei 27 % der untersuchten Apparate der Fall war.

Tabelle 5

Gesamtzahl und nicht kontaminierte Proben auf Intensiv- und Normalstationen

Entnahmestellen	Intensivstationen		Normalstationen	
	Gesamtzahl der Proben	davon nicht kontaminiert	Gesamtzahl der Proben	davon nicht kontaminiert
Inkubatoren	7	4 (57 %)	-	-
Beatmungsgeräte	38	26 (68 %)	-	-
Absauggeräte	2	-	-	-
Sauerstoffgeräte fahrbar	12	1 (8,3 %)	36	9 (25 %)
Sauerstoffgeräte übrige	62	31 (50 %)	65	30 (46 %)
Ultraschallvernebler	57	30 (53 %)	56	15 (27 %)
Dialysegeräte	4	-	-	-
Aqua dest. aus Plastikbehälter	4	2 (50 %)	5	1 (20 %)
Aqua dest.-Flasche (angebr.)	15	14 (93 %)	11	5 (45 %)
Aqua pak/ Concha-System	16	13 (81 %)	4	3 (75 %)
Wasserhähne Abstrich	71	3 (4,2 %)	57	2 (3,5 %)

Festzustellen ist, daß Aqua dest. noch aus Plastikbehältern entnommen wird. Davon waren auf Intensivstationen 2 von 4 und auf Normalstationen 1 von 5 nicht kontaminiert. Auffällig ist auch, daß auf Normalstationen 6 der insgesamt 11 untersuchten Aqua dest.-Flaschen zur weiteren Verwendung bereits kontaminiert waren. Bei den Intensivstationen wies nur eine von 15 Flaschen Keimwachstum auf.

Aus fast allen Abstrichen von Wasserhähnen auf Intensiv- und Normalstationen war der Keimnachweis positiv.

Abbildung 1 zeigt eine summarische Darstellung der isolierten Keimarten von Wasserproben medizinischer Geräte und Abstrichen von Wasserhähnen. Insgesamt wurden aus 333 bewachsenen Proben 451 Keimarten isoliert. Auch bei dieser Darstellung fällt auf, daß auf Intensivstationen weniger Keime nachgewiesen wurden als auf Normalstationen, im Vordergrund standen aerobe Sporenbildner (222 mal), gefolgt von Pseudomonaden (148 mal). Staphylococcus aureus wurde 8 mal und Staphylococcus epidermidis 35 mal isoliert. 11 mal gelang der Nachweis von Enterokokken, 20 Enterobakterienstämme waren festzustellen.

Die Aufschlüsselung der Keimarten entsprechend ihren Entnahmestellen ist in Tabelle 6 wiedergegeben. Sowohl Staphylococcus aureus als auch Staphylococcus epidermidis, also Keime humanen Ursprungs, wurden in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit in Sauerstoffgeräten (übrige) und Tupferabstrichen von Wasserhähnen, in Ultraschallverneblern, aber auch in angebrochenen Aqua dest.-Flaschen und sogar in Beatmungsgeräten sowie in einem Inkubator nachgewiesen; hier gibt es offensichtlich Schwachstellen an den Geräten, wo eine Kontamination möglich ist. Die Enterokokken wurden zum größten Teil aus Sauerstoffgeräten und Ultraschallverneblern isoliert. Die Pseudomonaden wurden entsprechend ihres biochemischen Verhaltens aufgeschlüsselt nach P. fluorescens, P. cepacia, P. maltophilia, P. aeruginosa und übrige Pseudomonaden. Sie dominierten in Ultraschallverneblern und auffälligerweise in den Sauerstoffgeräten der Normalstationen. Die übrigen Pseudomonaden, bei welchen vorwiegend als

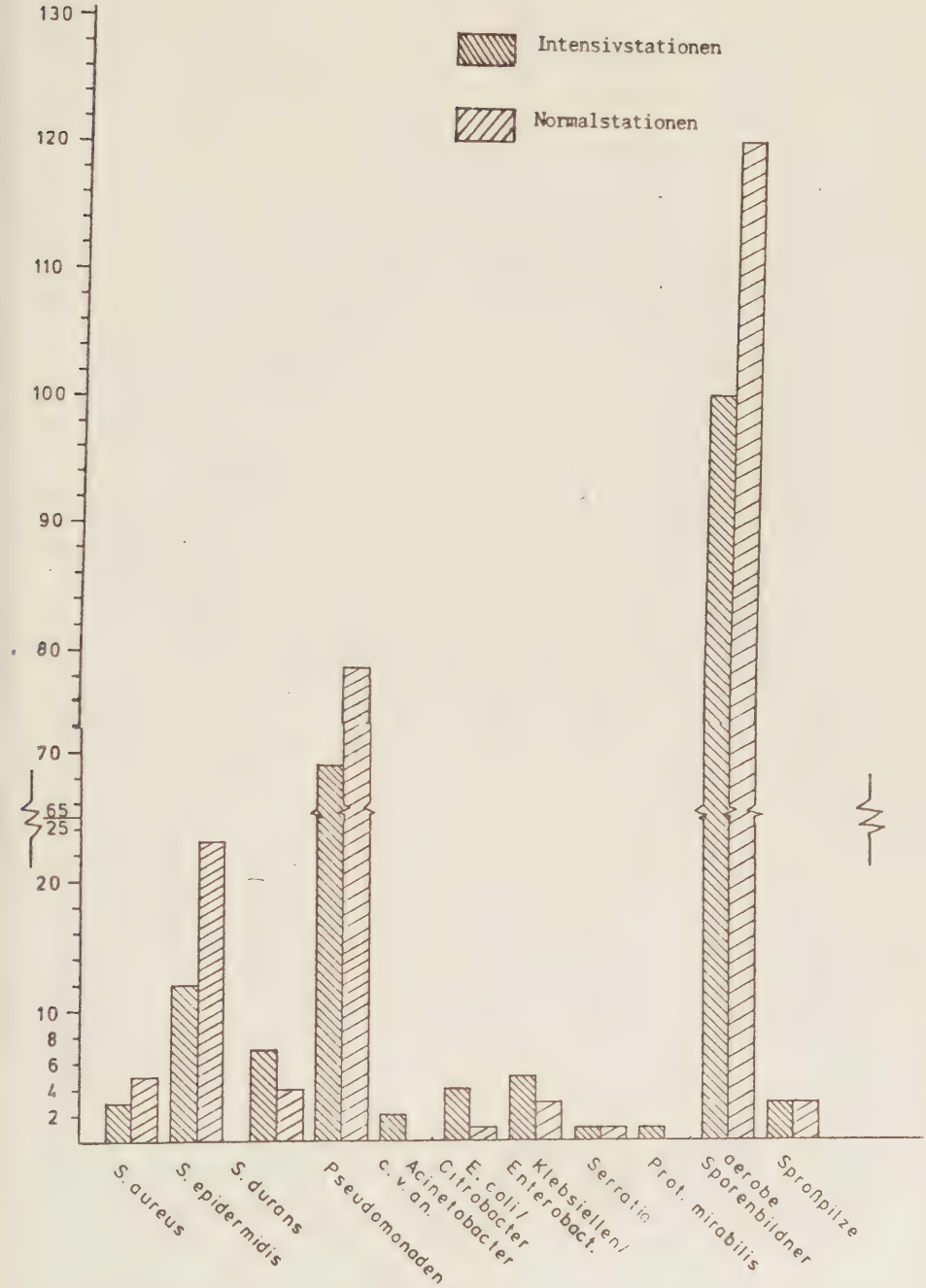


Abbildung 1

Keimarten in den Wasserproben und Abstrichen von Wasserhahnen und ihre Nachweishäufigkeit (summarische Darstellung)

Tabelle 6.
Keimarten in den Wasserproben

	Inkubatoren	Beatmungs-geräte	Absaug-geräte	fahrbare Sauerstoff-geräte	Sauerstoff-geräte, übrige	Ultraschall-vernebler	Dialyse-geräte	Plastik-kanister	angebr. Aqua dest.-Flasche	Aquasek/ Concha-pak-Systeme	Tupferabstr. Wasserhahn	Summe
	I/N	I/N	I/N	I/N	I/N	I/N	I/N	I/N	I/N	I/N	I/N	I/N
Proben insges.	7	38	2	48	127	113	4	9	26	20	128	522
Int./Normal	7/–	38/–	2/–	12/36	62/65	57/56	4/–	4/5	15/11	16/4	71/57	288/234
nicht kont.	4/–	26/–	–/–	1/9	31/30	30/15	–/–	2/1	14/5	13/3	3/2	124/65
kontaminiert	3/–	12/–	2/–	11/27	31/35	27/41	4/–	2/4	1/6	3/1	68/55	164/169
kontaminiert mit:												
S. aureus	1/–	–/–	–/–	–/1	1/1	–/–	–/–	–/–	1/–	–/–	–/2	
S. epid.	–/–	3/–	–/–	2/–	4/7	3/5	–/–	–/–	–/2	1/–	2/5	
S. durans												
S. faecium	–/–	1/–	1/–	–/–	2/1	3/1	–/–	–/1	–/–	–/–	–/–	
P. fluoresc.	1/–	2/–	–/–	1/5	3/–	4/6	2/–	1/1	–/–	–/–	6/1	
P. cepacia	–/–	–/–	–/–	–/2	–/–	5/3	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	
P. maltophilia	–/–	–/–	–/–	–/1	–/1	1/2	–/–	–/–	–/–	–/–	1/–	
P. aeruginosa	–/–	–/–	–/–	–/1	–/1	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	1/2	
übrige Pseudo-monaden	–/–	1/–	2/–	3/5	5/3	3/11	3/–	–/1	–/2	–/–	22/29	
Acinetob. c.v.a.	–/–	2/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	
E. coli	–/–	1/–	–/–	–/–	1/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	1/–	
Citrob. fr.	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/1	–/–	–/–	–/–	–/–	1/–	
K. oxytoca	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	1/2	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	
Enterobacter cloacae	–/–	1/–	–/–	–/–	–/–	3/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	
Enterobacter agglomerans	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/1	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	
Serratia liquefaciens	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	1/–	
Serratia marcescens	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/1	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	
Prot. mirab.	–/–	1/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	
aerobe Sporenbildner	–/–	4/–	–/–	9/17	22/21	11/27	2/–	2/3	–/4	2/1	54/49	
Sproßpilze	1/–	–/–	–/–	–/–	1/–	2/3	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	

* Die Anzahl der Keime ist größer als die Zahl der Proben, da Mischungen inbegriffen sind.

Ursprung das Wasser selbst oder eine sekundäre Keimquelle im Wasser anzunehmen ist, wurden erwartungsgemäß besonders häufig an den Wasserhähnen, aber auch in anscheinend unsachgemäß gewarteten Ultraschallverneblern und Sauerstoffgeräten gefunden.

Dagegen gelang der Nachweis von Enterobakterien von den Wasserhähnen trotz der erforderlichen Feuchte nur in 3 Fällen, hingegen in 9 Fällen aus Ultraschallverneblern und in 6 Fällen aus Beatmungsgeräten. Dies läßt eher an eine fehlerhafte Aufbereitung oder Kontamination während des Betriebes denken.

Aerobe Sporenbildner wurden ebenfalls von den Wasserhähnen, gefolgt von den Wasserstellen der Sauerstoffgeräte und Ultraschallvernebler, isoliert.

Auch der Nachweis von Sproßpilzen ist gehäuft auf eine Kontamination in Ultraschallverneblern zurückzuführen.

Aufschlußreich für eine Interpretation der Befunde sind nicht nur die isolierten Keimarten, sondern vielmehr auch der Keimgehalt/ml der entnommenen Wasserproben. Zur besseren Übersicht sind diese Daten in den Abbildungen 2 bis 7 dargestellt.

Abbildung 2

Keimgehalt in Wasserstellen von Beatmungsgeräten
unterstrichene Symbole bedeuten Keimgemische

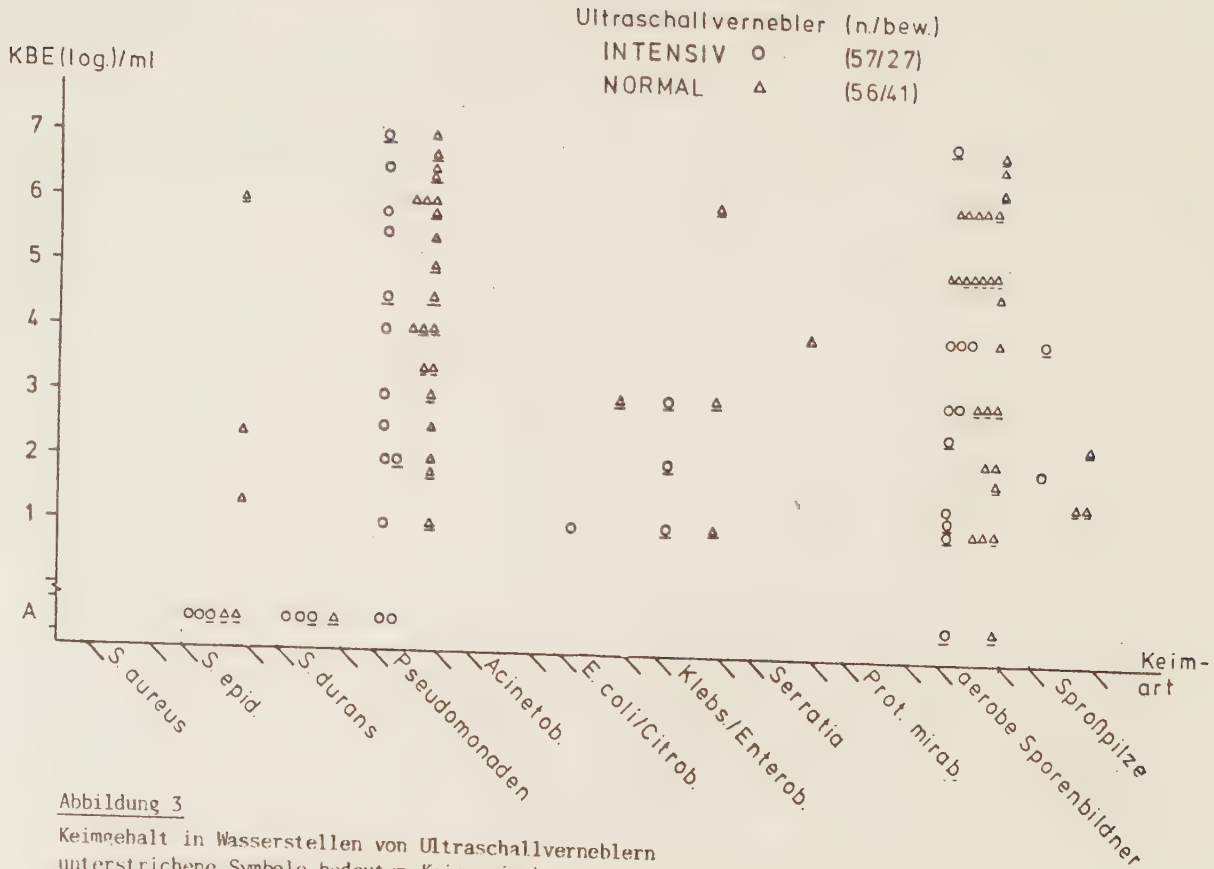


Abbildung 3

Keimgehalt in Wasserstellen von Ultraschallverneblern
unterstrichene Symbole bedeuten Keimgemische

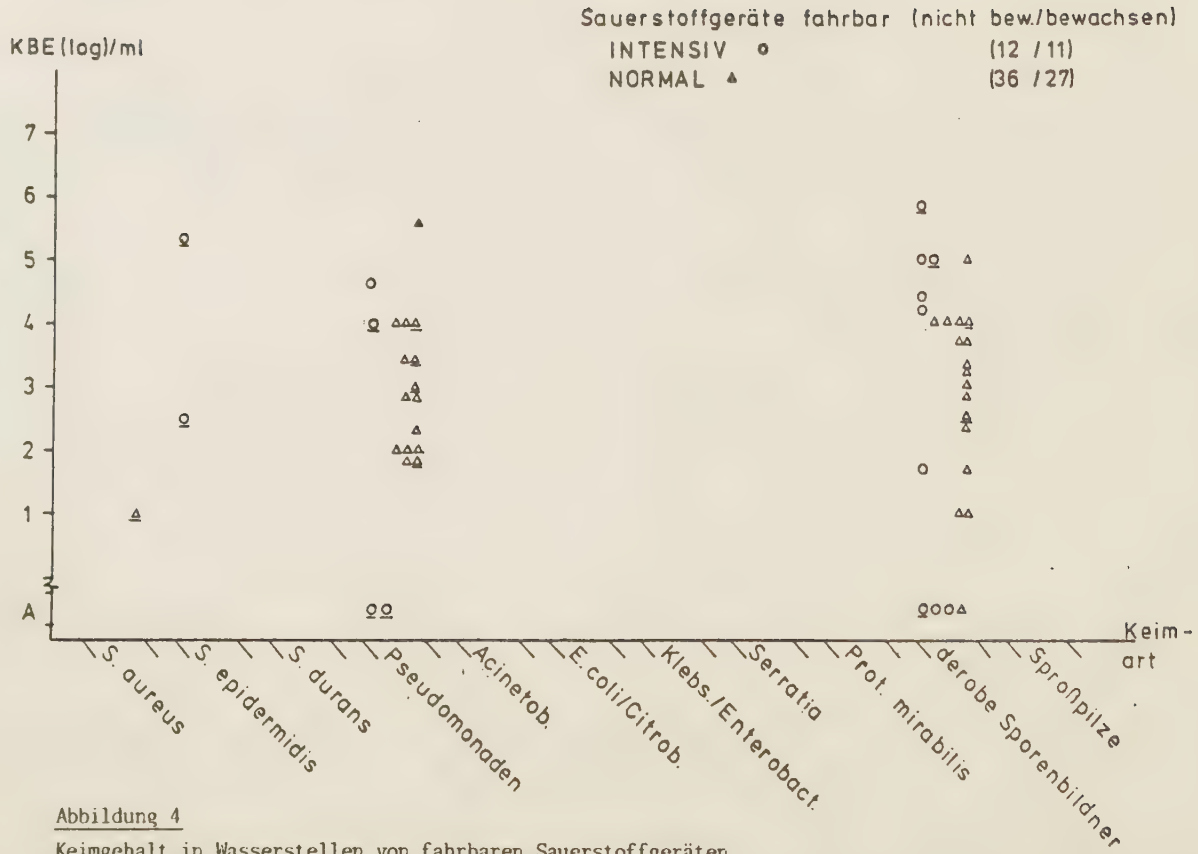


Abbildung 4

Keimgehalt in Wasserstellen von fahrbaren Sauerstoffgeräten
unterstrichene Symbole bedeuten Keimgemische

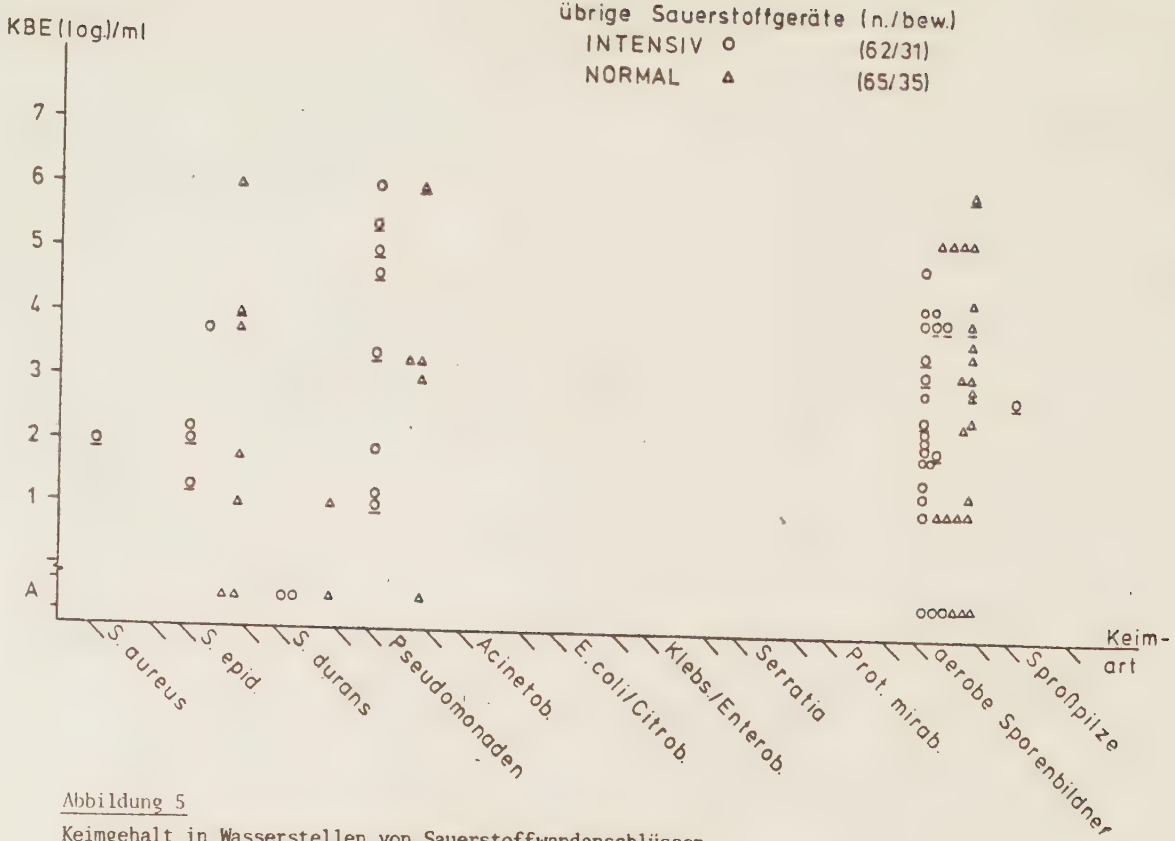


Abbildung 5

Keimgehalt in Wasserstellen von Sauerstoffwandanschlüssen
unterstrichene Symbole bedeuten Keimgemische

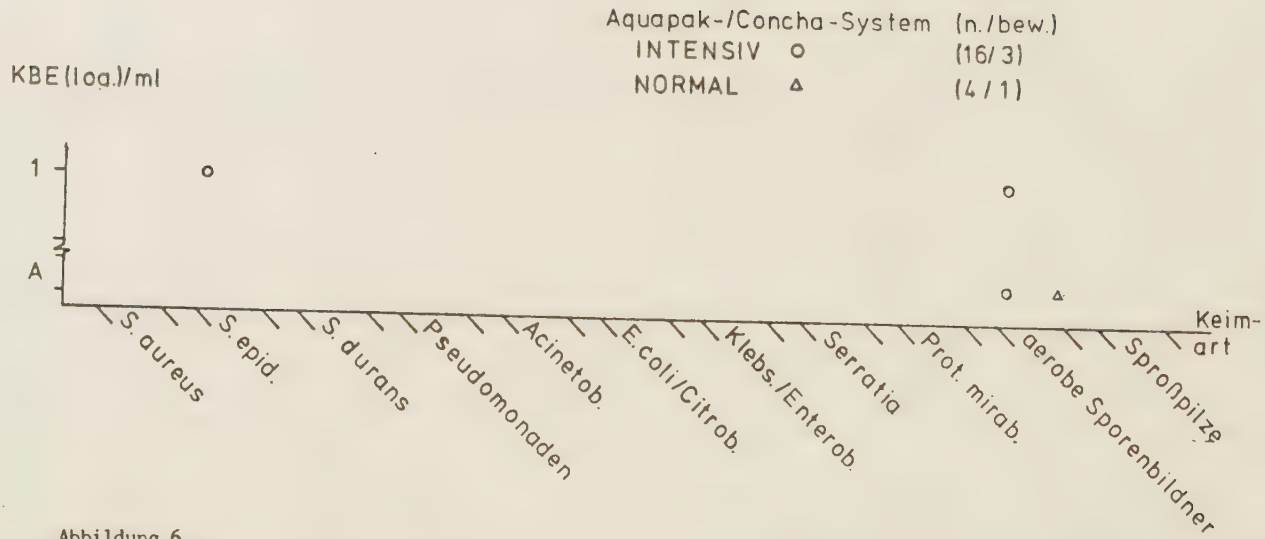


Abbildung 6

Keimgehalt von Sterilwassersystemen

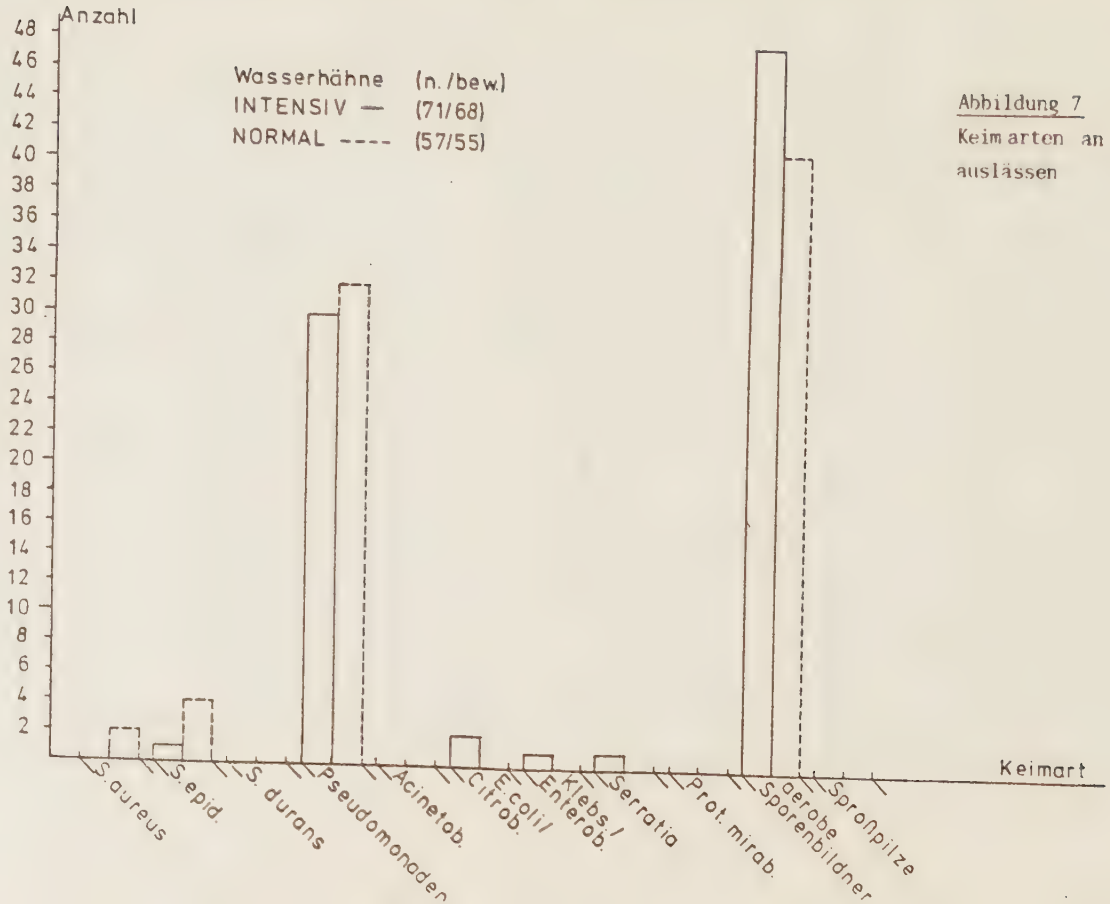


Abbildung 7

Keimarten an Wasserauslässen

In den Beatmungsgeräten, die üblicherweise nur auf Intensivstationen anzutreffen sind, finden sich neben Pseudomonaden und aeroben Sporenbildnern auch Enterobakterien, in einem Fall bis zu 10^6 KBE/ml (Abb. 2).

Eine massive Besiedlung zeigen die Ultraschallvernebler (Abb. 3); häufigste Keime sind hier Pseudomonaden und aerobe Sporenbildner, jedoch ließen sich auch Enterobakterien bis zu 10^6 KBE/ml nachweisen; diese Keime können nur von Patienten oder Personal stammen.

Den Kontaminationsgrad bei den Sauerstoffgeräten zeigen die Abbildungen 4 und 5. Hier fällt vor allen Dingen bei Abbildung 4 die häufige Besiedlung durch Pseudomonaden und aerobe Sporenbildner auf den Normalstationen auf, während in Abbildung 5 zusätzlich grampositive Kokken als Kontaminanten auftreten. In diesen Proben waren keine Enterobakterien aufzufinden. Die festgestellten Keimarten stammen wahrscheinlich aus dem Wasser oder von nicht ausreichend gereinigten Materialien.

Den sehr geringen Keimgehalt von Sterilwassersystemen zeigt Abbildung 6. Nur einmal konnte Staphylococcus epidermidis und dreimal ein aerober Sporenbildner isoliert werden. Die Keimzahlen sind sehr niedrig, eine Sekundärkontamination kann nicht ausgeschlossen werden.

Die Abstrichuntersuchungen an den Wasserauslässen (Abb. 7) erbrachten sowohl für Intensiv- als auch Normalstationen einen hohen Kontaminationsgrad durch Pseudomonaden und aerobe Sporenbildner. Daneben ließen sich auch Staphylococcus aureus, Citrobacter freundii, Klebsiellen und Serratien nachweisen. Aus diesem Bild wird deutlich, daß im Krankenhausbereich keinesfalls Leitungswasser für den Betrieb medizinischer Apparate benutzt werden darf.

4.0 Vergleichende Untersuchungen der Kontamination in Wasserstellen medizinischer Geräte sowie der mikrobiellen Besiedlung in Trachealsekreten der betreffenden Patienten von zwei Intensivpflegestationen

Während eines Zeitraumes von 5 Monaten wurden analog der vorher beschriebenen Methode (3.1) Wasserproben aus medizinischen Geräten von zwei Intensivstationen, und zwar der Neurochirurgischen sowie der Kinder-Intensivstation entnommen und auf den Keimgehalt untersucht. Außer dieser Ist-Zustand-Erhebung stellten wir die Besiedlung/Infektion des Trachealsekretes von Beatmungspatienten den Befunden von Wasserstellen aus den am Patienten eingesetzten medizinischen Geräten gegenüber.

Auf der Neurochirurgischen Intensivstation wurde anschließend ein Sterilwassersystem eingeführt und das Personal in der Handhabung unterwiesen. Im Anschluß daran erfolgte während eines Zeitraumes von 3 Monaten die Gegenüberstellung der Keimisolate aus den Wasserstellen und den Trachealsekreten.

4.1 Material und Methodik

Die Wasserproben wurden wie in 3.1 beschrieben, aufgearbeitet, d.h. es wurden sofort auf den Stationen quantitative Subkulturen auf festen Nährböden sowie in Anreicherungen (CSL) angelegt. Die Trachealsekrete der Patienten wurden auf folgende Weise gewonnen:

Absaugvorgang und Gewinnung von Bronchialsekret zur mikrobiologischen Diagnostik

Nach Einstellen des Sogs auf 1 m Wassersäule erfolgt eine Händedesinfektion und Anlegen von sterilen Handschuhen, anschließend wird der Absaugkatheter bei eingestelltem Sog eingeführt. Unter ständigem leichtem Drehen des Katheters wird bei ausreichender Tiefe des Katheters der Sog durch Verschluß des Ventiles mit dem Daumen hergestellt. Der Katheter wird ohne Sog unter Drehung herausgezogen und ohne Spülen verworfen. Das Bronchialsekret wird

mittels eines sterilen Absaugsets, das an den Verbindungsschlauch zum Sammelgefäß angeschlossen ist, gewonnen. In diesem Absaugset ist ein Sekretauffangröhrchen enthalten. Das gewonnene Sekret wird für den Transport mit 5 ml steriler 0,1 % Tryptone-Lösung (1 g Tryptone auf 1 l physiologische Kochsalzlösung) aufgeschwemmt und innerhalb einer Stunde im Labor, wie unter 3.1 beschrieben, verarbeitet.

Im zweiten Teil der Studie wurde auf der Neurochirurgischen Intensivstation das Sterilwassersystem Aquapak/Conchapak der Firma Kendall eingeführt.

Bei dem Sterilwassersystem handelt es sich um entionisiertes, steriles und filtriertes Aqua tridestillata in geschlossenen Plastikbehältern unterschiedlicher Größe (145, 425, 730, 1625 und 2090 ml). Diese Behälter sind sowohl für die meisten herkömmlichen Systeme zur Ultraschallverneblung einsetzbar, werden aber auch mit speziell dafür hergestellten Apparaten betrieben.

Die Verneblung erfolgt durch Ultraschall, es werden alveolargängige Aerosole zwischen 0,5 - 5 Mikron hergestellt, der Transport des Aerosols zum Patienten geschieht in doppelt gefilterter Luft.

Das Einmalsystem ist für Kurz- und Langzeitverneblung einsetzbar. Die Anfeuchtung von Atemgas bzw. Befeuchtung der Atemluft erfolgt auf thermischem Weg. Hierfür wird ein Heizgerät an den Sterilwasserbehälter angeschlossen.

Die Vorteile dieses Systems liegen in der sofortigen Anwendbarkeit der Behälter am Gerät ohne Zusammensetzen von Einzelteilen wie bei herkömmlichen Systemen. Es entfällt jegliche Aufbereitung mit allen damit verbundenen Risiken.

4.2 Erhebung des Ist-Zustandes

Zum Zeitpunkt der Erhebung des Ist-Zustandes lagen allen Stationen der Universitätskliniken Mainz folgende Ausarbeitungen zur Aufbereitung medizinischer Geräte vor.

Bericht der Arbeitsgruppe für Krankenhaushygiene über den Ist-Zustand im Universitätsklinikum Mainz (1982)

- Ultraschallvernebler dürfen nur jeweils bei einem Patienten verwendet werden;
- Wechsel der Befeuchtungsbehälter und kontaminierbaren Schläuche mindestens nach 12 Stunden;
- Schläuche und Behälter sollten aus thermostabilem Material sein;
- Bei Beginn der Verneblung Datum und Uhrzeit am Behälter vermerken;
- Für die Aufbereitung thermische oder chemothermische Desinfektionsverfahren in Maschinen verwenden;
- Bei Nichtverwendung der Geräte darf keinesfalls Wasser darin stehen;
- Alle medizinischen Geräte sind grundsätzlich nur mit sterilem Aqua dest. zu betreiben;
- Die Wasserstellen von Sauerstoffwandanschlüssen und -geräten dürfen außer Betrieb nicht mit Wasser gefüllt sein.

Ausarbeitung "Krankenhaushygienische Maßnahmen zur Verhütung einer Keimverbreitung über Wasserstellen (1983)

Für alle Wasserstellen von medizinischen Geräten ist steriles Aqua bidest. zu verwenden. Dieses bietet auch keine zusätzlichen Nährstoffe für die während des Betriebes eingebrachten Mikroorganismen.

Keinesfalls darf destilliertes Wasser in große Plastikbehälter umgefüllt werden, in derartigen Geräten kommt es zu einer Keimvermehrung.

Angebrochene Aqua dest.-Flaschen dürfen keinesfalls länger als 12 Stunden bei Lagerung im Kühlschrank aufbewahrt werden.

Damit es nicht zu Verwechslungen kommt, müssen Behälter mit gebrauchtem Aqua dest., welches im Betrieb kontaminiert wurde, unbedingt deutlich erkennbar markiert werden.

Prinzipiell dürfen Wasserstellen von medizinischen Geräten ausschließlich mit sterilem Aqua dest. aufgefüllt werden, wobei dies nur sinnvoll ist, wenn die betreffenden Schläuche etc. durch ein gesichertes Verfahren desinfiziert bzw. sterilisiert wurden.

Für alle medizinischen Geräte sind durchsichtige, thermostabile Schläuche zu empfehlen, wobei es im Einzelfall sinnvoll sein kann, Einmalschläuche zu verwenden. Nur bei durchsichtigen Schläuchen können grobe Verschmutzungen (wie Schleim etc.) sichtbar werden.

Werden medizinische Geräte nicht benutzt, müssen die dazugehörigen Behälter und Schlauchteile demontiert sein, d.h. es darf in diesem Zustand auch kein Wasser enthalten sein. Selbstverständlich sind auch die betreffenden Verteilerleitungen wie z.B. Sauerstoffanschlüsse zu desinfizieren.

Ultraschallvernebler dürfen nur jeweils bei einem Patienten verwendet werden. Bei längerem Betrieb ist der Wechsel der Befeuchtungsbehälter und kontaminierbaren Schläuche mindestens nach 12 Stunden vorzunehmen. Pro Gerät sollen mindestens 3 Schläuche und Behälter zur Verfügung stehen, diese sollen aus thermostabilem Material sein.

Bei Beginn der Verneblung sind Datum und Uhrzeit am Behälter zu vermerken.

In Absprache mit den Hygienebeauftragten sind die Methoden zur Aufbereitung der Behälter und Schläuche abzuklären.

In jedem Fall sind zur Aufbereitung thermische oder chemothermische Desinfektionsverfahren in Maschinen vorzuziehen. Die Anwendung von Eintauchverfahren ist ausschließlich ein Provisorium und darf nur in zu begründenden Fällen erfolgen.

Bei Betrieb von Ultraschallverneblern und sonstigen medizinischen Geräten ist darauf zu achten, daß es nicht zu Kondenswasserbildung in den Schlauchleitungen und einer dadurch bedingten Keimvermehrung kommt. Aus diesem Grund ist auch Abtropfwasser vom Ende derartiger Schläuche als kontaminiert anzusehen.

Werden die Geräte nicht verwendet, darf keinesfalls Wasser darin stehen. Auch bei Geräten, die indirekt über eine zweite Wasserstelle Schwingungen erzeugen (z. B. "DeVilbiss") ist die untere Wasserstelle ebenso aufzubereiten wie die obere.

Alle medizinischen Geräte dürfen grundsätzlich nur mit sterilem Aqua dest. betrieben werden.

Die Wasserstellen von Sauerstoffwandanschlüssen und -geräten dürfen außer Betrieb nicht mit Wasser gefüllt sein. Auch in diesem Fall sind thermostabile, sterile oder desinfizierte Behältnisse zu verwenden. Bei Ersatzbeschaffung sind in jedem Fall thermostabile Behälter zu beziehen. Dies gilt auch für die gesamten Schlauchleitungen. Es ist anzustreben, ausschließlich Sauerstoffdosiergeräte zu kaufen, die nicht fest montiert, sondern entweder über eine Kupplung angeschlossen sind oder als fahrbare Konstruktion. Nur auf diese Weise wird eine Reinigung und Desinfektion erleichtert. In jedem Fall muß auch der in die Wasserstelle eingetauchte Metallteil gereinigt und desinfiziert werden.

Datum und Uhrzeit des Einsatzbeginns sind auf dem Gerät und der Fieberkurve des Patienten zu verzeichnen.

Für die Erhebung des Ist-Zustandes wurden insgesamt 387 Wasserproben aus beiden Intensivstationen untersucht, wovon sich 101 (26 %) als kontaminiert erwiesen.

Von der Neurochirurgischen Intensivstation konnten keine Proben von Verneblern gewonnen werden, da diese nicht im Einsatz waren.

Anhand der 95 bewachsenen Proben der Neurochirurgischen Intensivstation (Tabelle 7) wurden 22 Keimisolate bis zu einer Menge von 10^4 KBE/ml (Abb. 8) nachgewiesen.

Tabelle 7

Aufschlüsselung der untersuchten Wasserproben (Erhebung des "Ist-Zustandes") auf Intensivstationen

	Neurochirurgische Intensivstation		Kinder-Intensivstation	
	Anzahl	kontaminiert	Anzahl	kontaminiert
Beatmungsgeräte	63	19 (30 %)	239	61 (25 %)
Vernebler	-	-	50	17 (34 %)
Sauerstoffgeräte (Wandanschlüsse)	32	3 (9 %)	3	1 (33 %)

Von 292 insgesamt in der Kinder-Intensivstation entnommenen Wasserproben waren 79 (27 %) bewachsen.

Aufgetragen sind in Abbildung 9 die Keimarten in Beatmungsgeräten innerhalb eines Zeitraumes von 20 Wochen. Auffallend ist, daß bei Enterobakterien, Pseudomonaden und Sproßpilzen Keimzahlen bis zu 10^7 KBE/ml erreicht werden. Die am häufigsten vorkommenden Keime waren auch hier Pseudomonaden und aerobe Sporenbildner. Daneben fanden sich eine große Anzahl von Enterobakterien, teilweise in hohen Keimzahlen. Das Ausmaß der Kontamination mit Staphylokokken, Enterobakterien, aeroben Sporen-

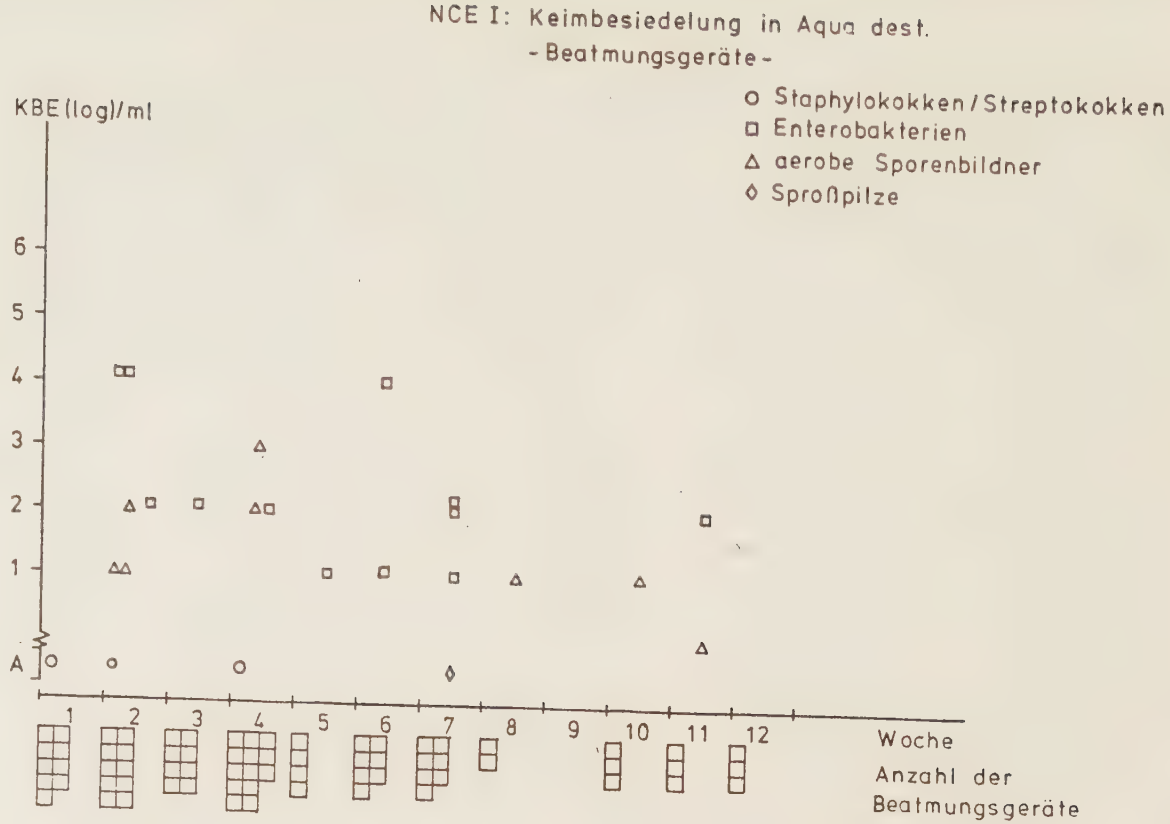

NCE I: Keimbesiedelung in Aqua dest.
- Beatmungsgeräte -
KBE (log)/ml
o Staphylokokken / Streptokokken
□ Enterobakterien
△ aerobe Sporenbildner
◊ Sproßpilze
6
5
4
3
2
1
A
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Woche
Anzahl der Beatmungsgeräte

Abbildung 8

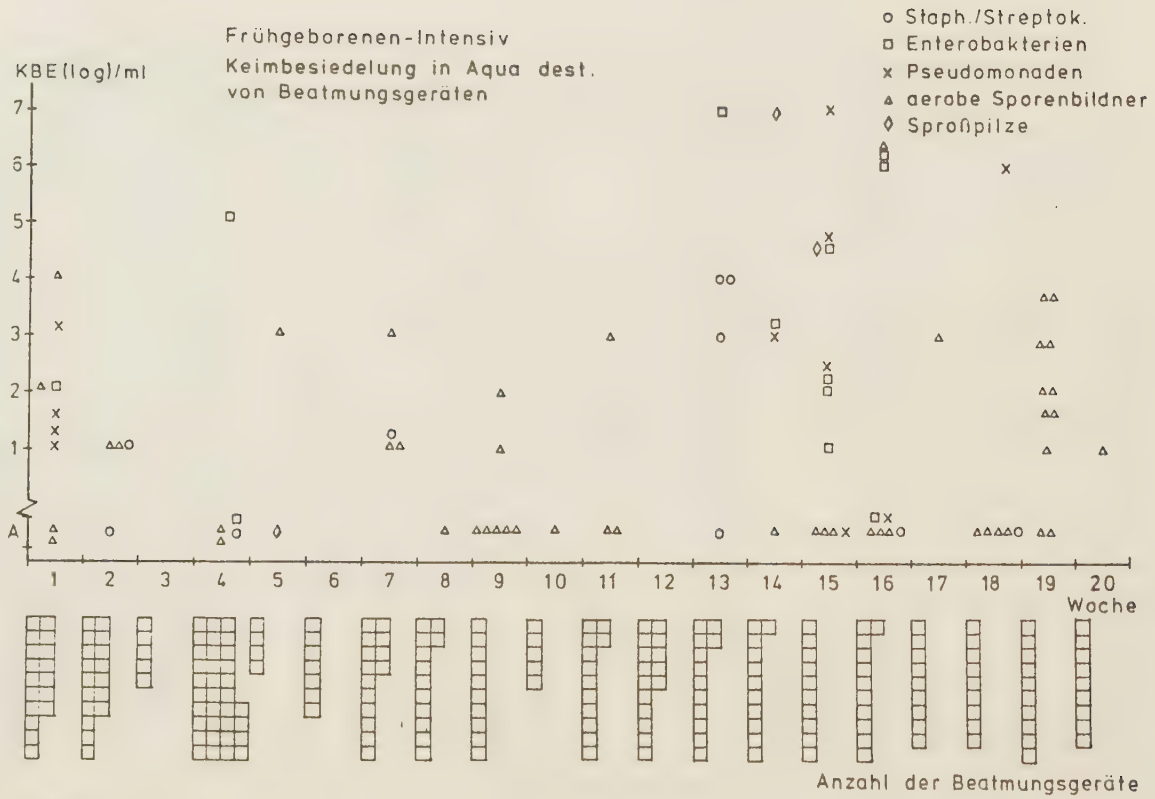

Frühgeborenen-Intensiv
Keimbesiedelung in Aqua dest.
von Beatmungsgeräten
KBE(log)/ml
o Staph./Streptok.
□ Enterobakterien
x Pseudomonaden
△ aerobe Sporenbildner
◊ Sproßpilze
A
Woche
Anzahl der Beatmungsgeräte

Abbildung 9

bildnern und Sproßpilzen lag somit innerhalb des aus der Studie in Rheinland-Pfalz (Abb. 2) bekannten Bereiches.

Während des Untersuchungszeitraumes von 20 Wochen wurden in der Kinder-Intensivstation von durchschnittlich 12 Beatmungsgeräten pro Woche Wasserproben abgenommen, während wir auf der Neurochirurgischen Intensivstation während 12 Wochen durchschnittlich 6 Beatmungsgeräte pro Woche untersuchten.

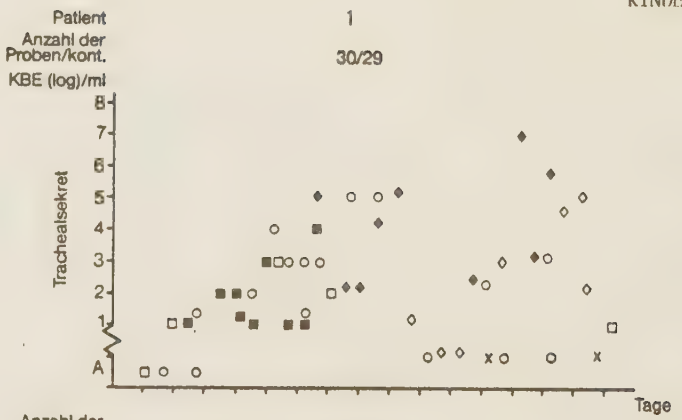
Nicht bei allen entnommenen Wasserproben konnten die Trachealsekretbefunde zu Vergleichszwecken gegenübergestellt werden. Bei den Fällen, wo dies möglich war, wurden die Patientennamen mit Nummern versehen; die Fälle des ersten Teiles der Studie, (ohne Änderung der Maßnahmen) sind aus den Abbildungen 10 bis 17 ersichtlich.

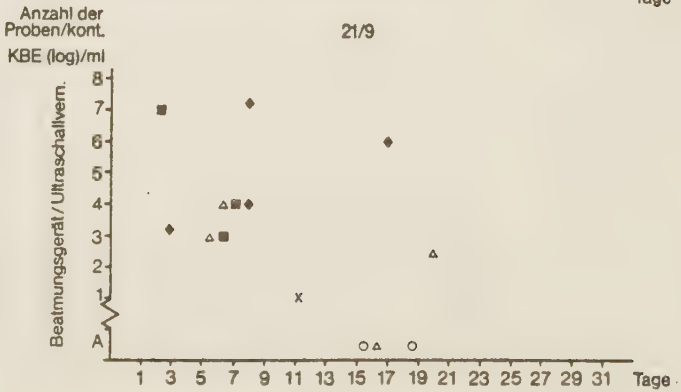
4.3 Ergebnisse

In den Abbildungen 10, 12, 14 und 16 sind jeweils alle Isolate aus den Trachealsekreten und Wasserproben der bei diesen Patienten eingesetzten medizinischen Geräte gegenübergestellt, die Abbildungen 11, 13, 15 und 17 zeigen nur die in beiden Untersuchungsmaterialien "identischen" Keimarten. Als "identisch" wurden die Keime mit gleichem biochemischem Muster nach API 20 E definiert. Es ist anzunehmen, daß die Zahl der identischen Keime höher ist, da mit dem Ziele einer möglichst gesicherten Interpretation andere Keimarten, wie beispielsweise aerobe Sporenbildner, nicht berücksichtigt wurden.

Von der Kinder-Intensivstation wurden auf diese Weise die Resultate von 10 Patienten (Abb. 10 bis 15) und von der Neurochirurgischen Intensivstation exemplarisch 5 Patienten (Abb. 16 und 17) verwertet.

Die Darstellungen veranschaulichen eindrucksvoll den teilweise hohen Keimgehalt im Trachealsekret mit bis zu 10^7 KBE/ml. Bei den meisten Patienten ist eine Besiedlung mit





○ Staph./Streptok. ◇ Pseudomonaden x aerobe Sporenbildner

□ Enterob./Acinetob. △ Sproßpilze ■◆ ident. Keime im Trachealsekret und Beatmungsgerät/Ultraschallvernebler

Abbildung 10

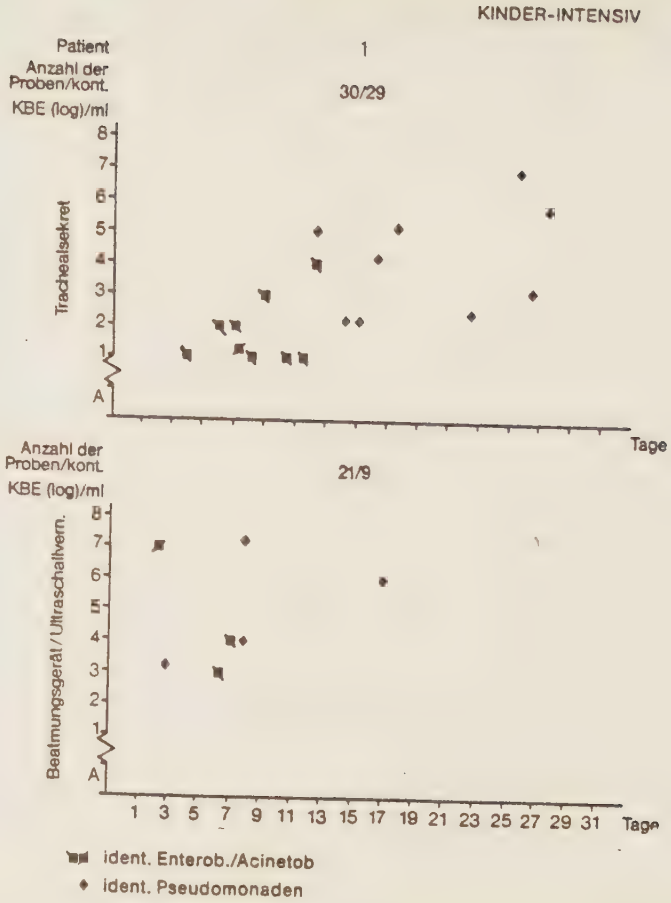


Abbildung 11

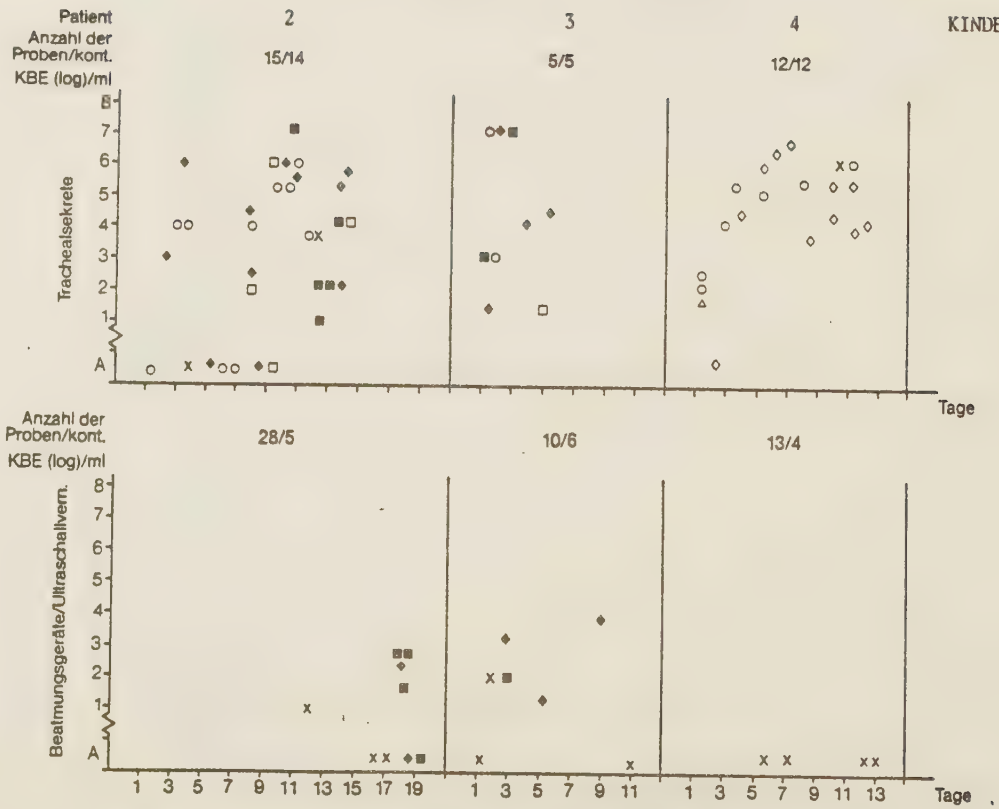


Abbildung 12

KINDER-INTENSIV

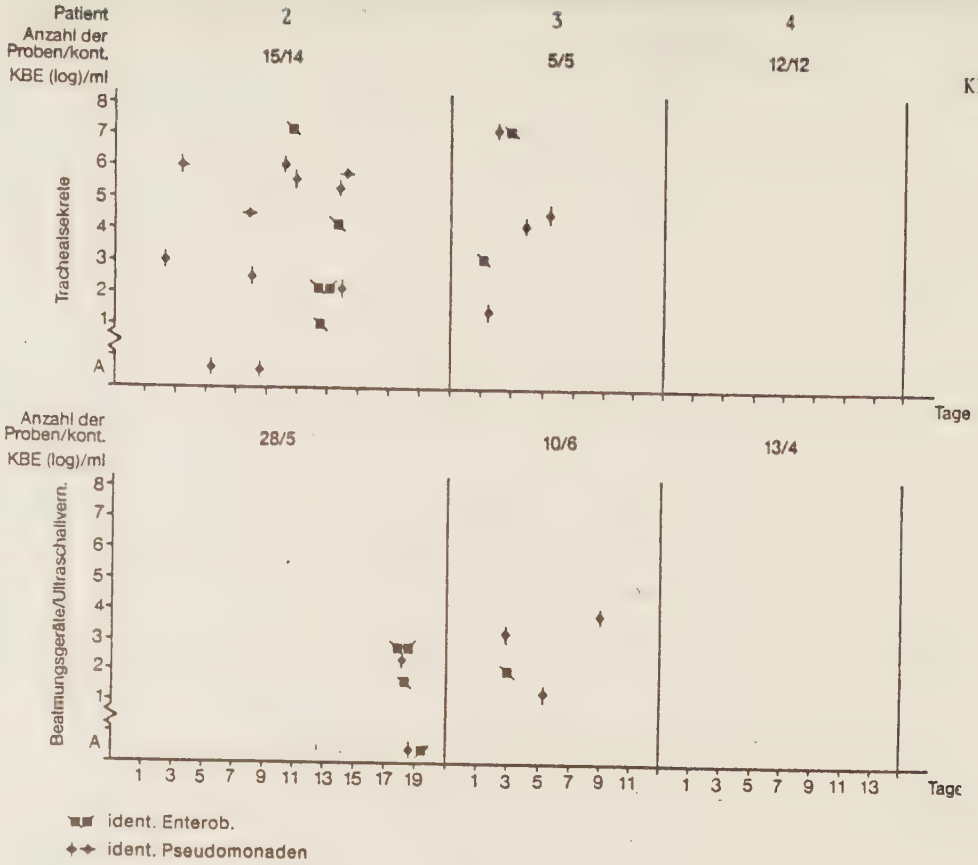


Abbildung 13

KINDER-INTENSIV

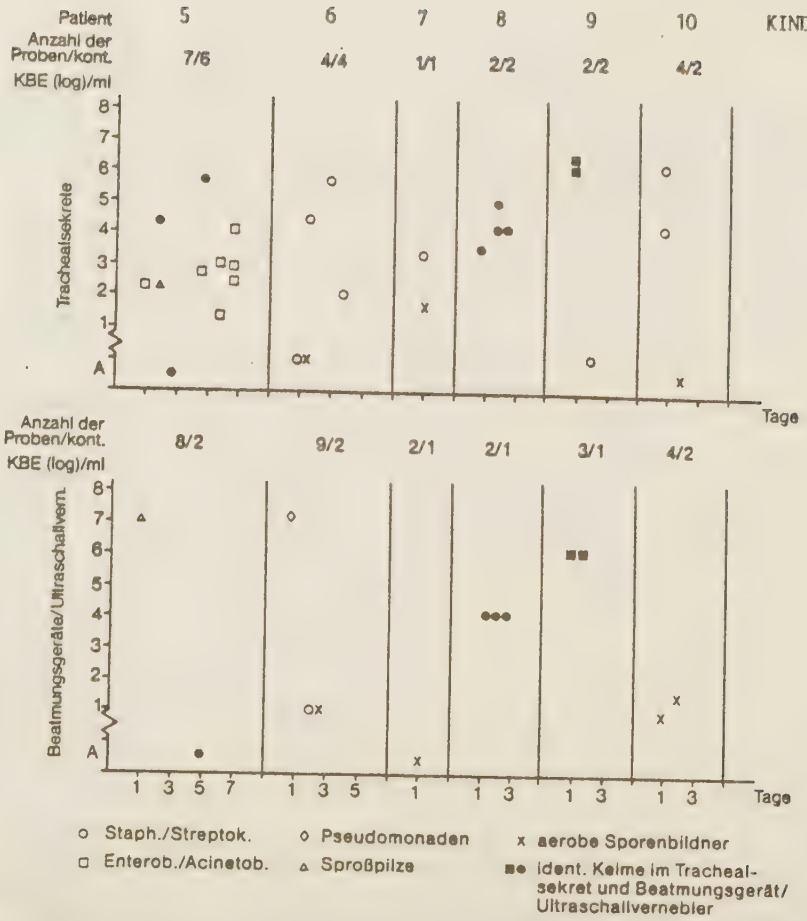


Abbildung 14

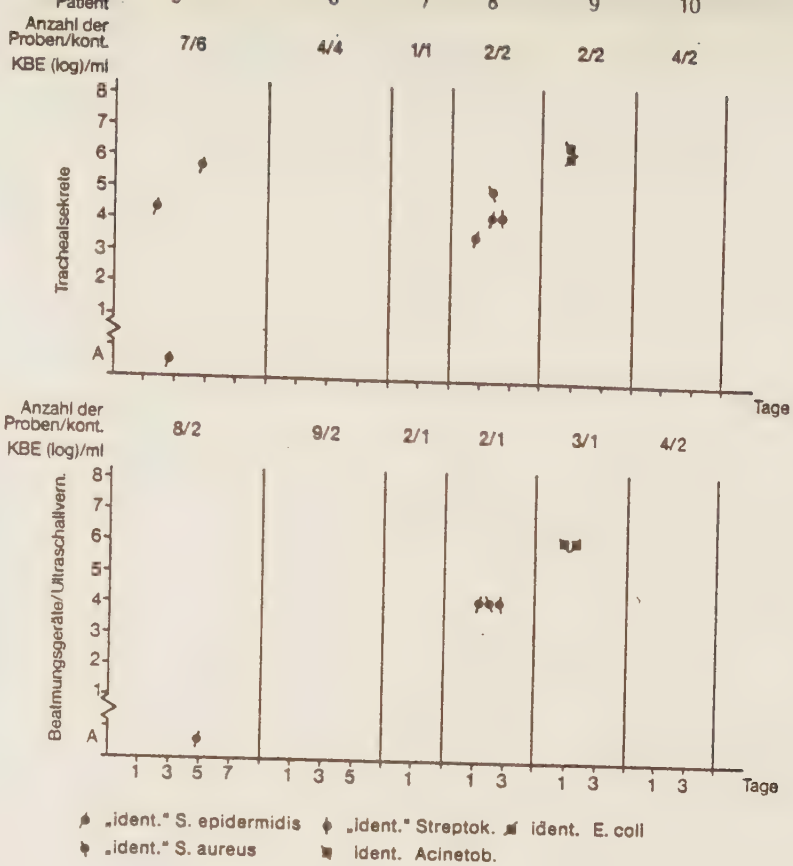


Abbildung 15

NCE I

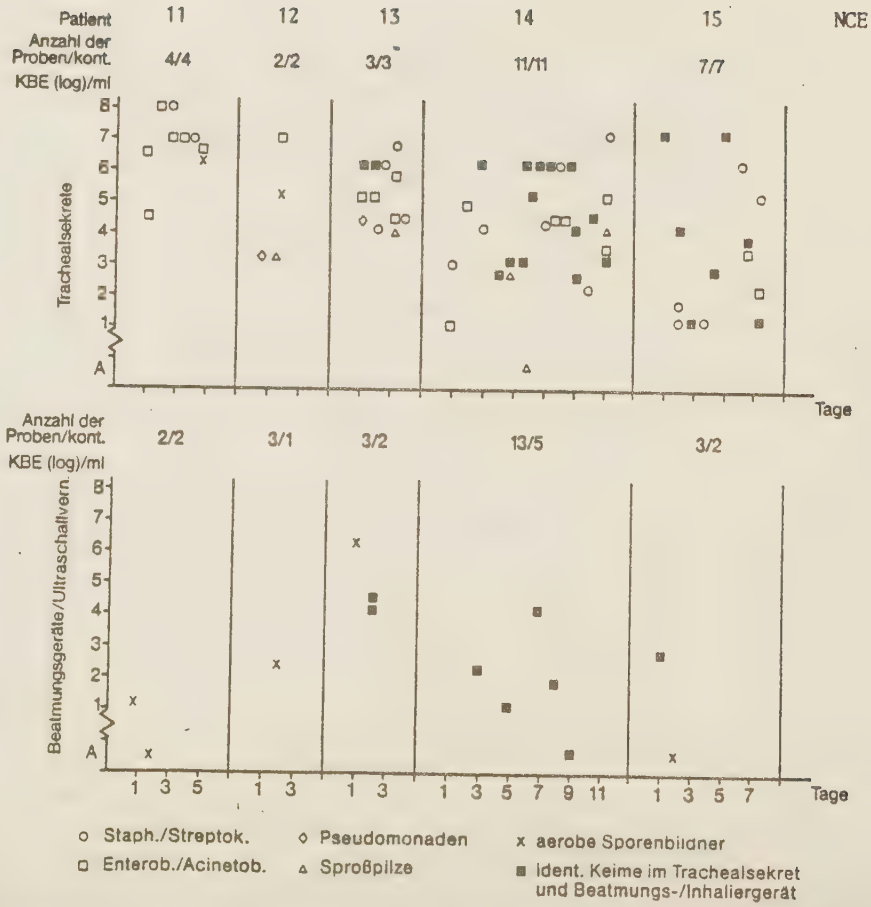


Abbildung 16

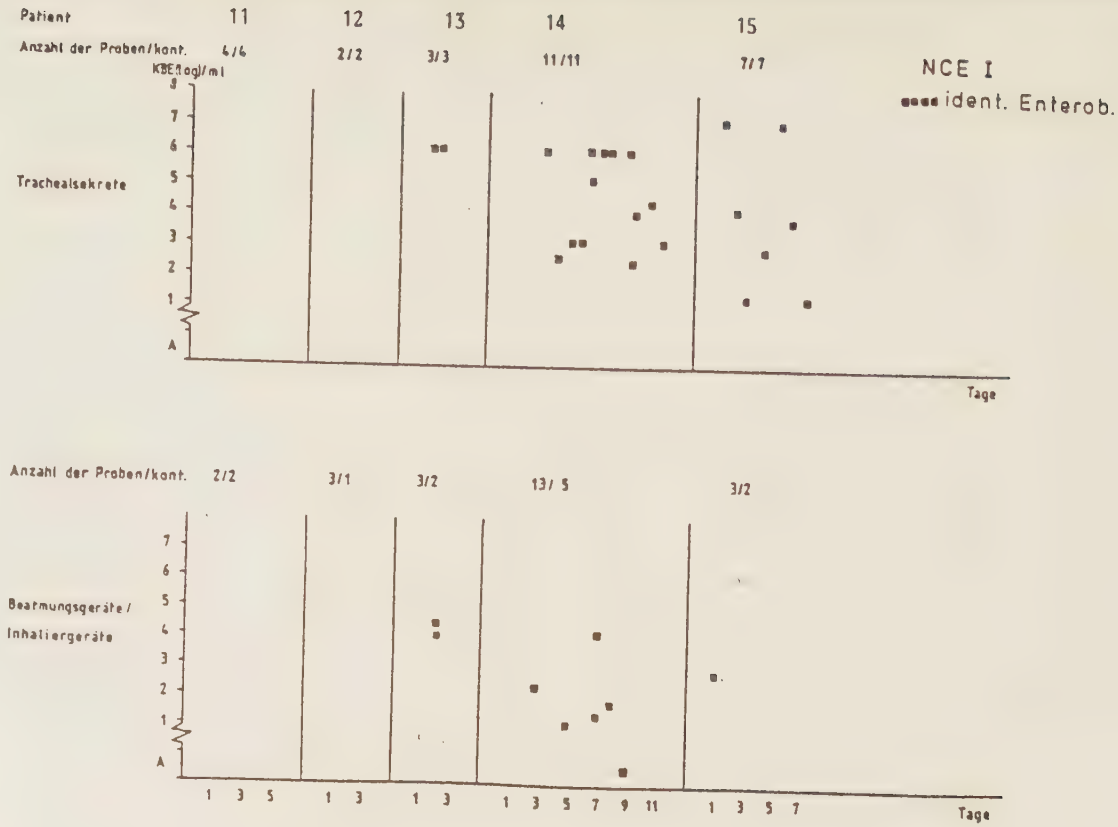


Abbildung 17

4 verschiedenen Keimarten auffällig. Der Keimgehalt in den Wasserproben der Beatmungsgeräte bzw. Ultraschallvernebler betrug bei diesen Vergleichsfällen bis zu 10^8 KBE (log.)/ml und ist somit durchaus vergleichbar mit der Befunderhebung in Rheinland-Pfalz sowie mit den übrigen Ist-Zustandserhebungen.

Wie aus den Abbildungen 11, 13 und 15 hervorgeht, waren auf der Kinder-Intensivstation bei 6 von 10 Patienten "identische" Keimarten im Trachealsekret und in der Wasserprobe nachweisbar; auf der Neurochirurgischen Intensivstation traf dies bei 3 von 5 Fällen zu. Insgesamt 31 mal waren "identische" Keime nachzuweisen, dabei handelte es sich um 17 Enterobacter/Acinetobacter, 9 mal um Pseudomonaden, 3 mal um Staphylokokken und einmal um Streptokokken.

Nach Erarbeitung dieser Daten erschien eine Fortführung der Untersuchungen in dieser Phase der Studie lediglich zur Erzielung höherer Vergleichszahlen nicht vertretbar.

Das Sterilwassersystem wurde nur auf der Neurochirurgischen Intensivstation eingeführt.

Bei der Erhebung des Ist-Zustandes aus 28 Wasserproben in dem 2. Teil konnte insgesamt nur 3 mal der Nachweis von Staphylococcus epidermidis oder aeroben Sporenbildnern, jeweils mit einem Keimgehalt von 10 KBE/ml (Abb. 18) erbracht werden. Die drei Kontaminanten waren nach 22, nach 1,5 und nach 28,5 Betriebsstunden auffindbar.

Die Resultate der vergleichenden Untersuchungen der Trachealsekrete und der Wasserproben aus medizinischen Geräten des zweiten Teiles der Studie sind anhand der verfügbaren Vergleichsfälle in den Abbildungen 19 bis 21 wiedergegeben. Auch hier wurde die Anzahl der untersuchten Trachealsekrete oder Wasserproben der Anzahl der kontaminierten Proben gegenübergestellt. Durch Mischkontamination können die Keimsummen größer als die Anzahl der Proben sein.

Aus 50 Wasserproben des Aquapak/Conchapak-Systems wurden

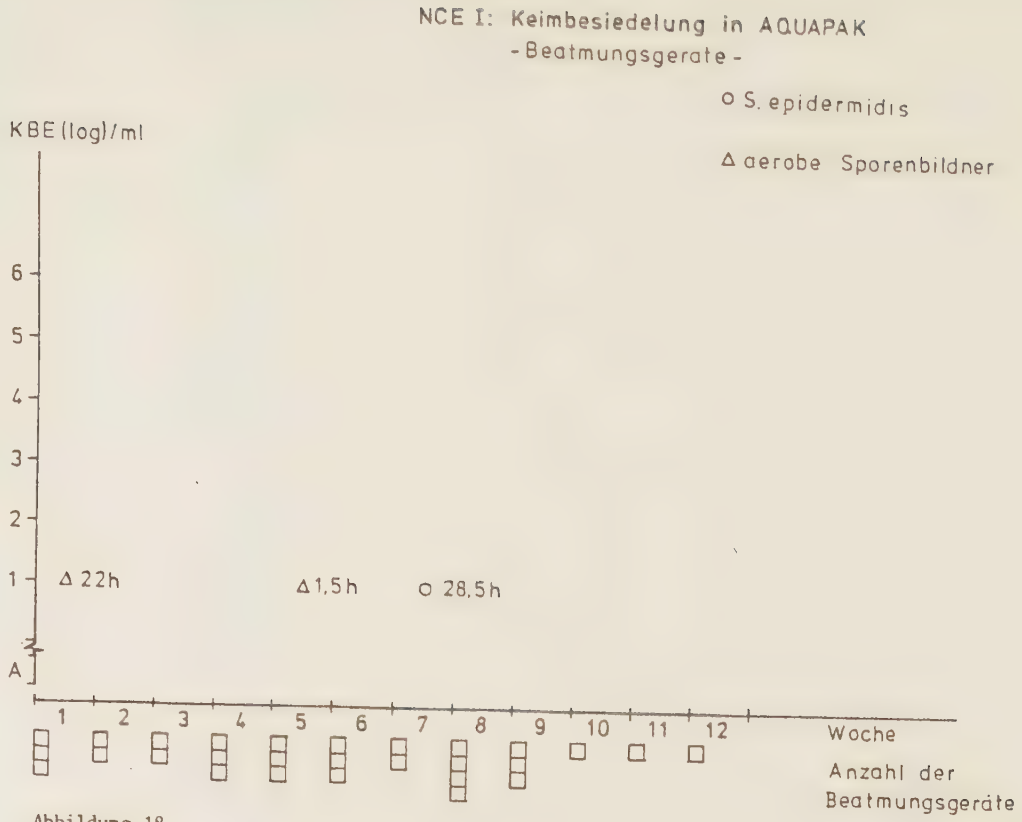


Abbildung 18

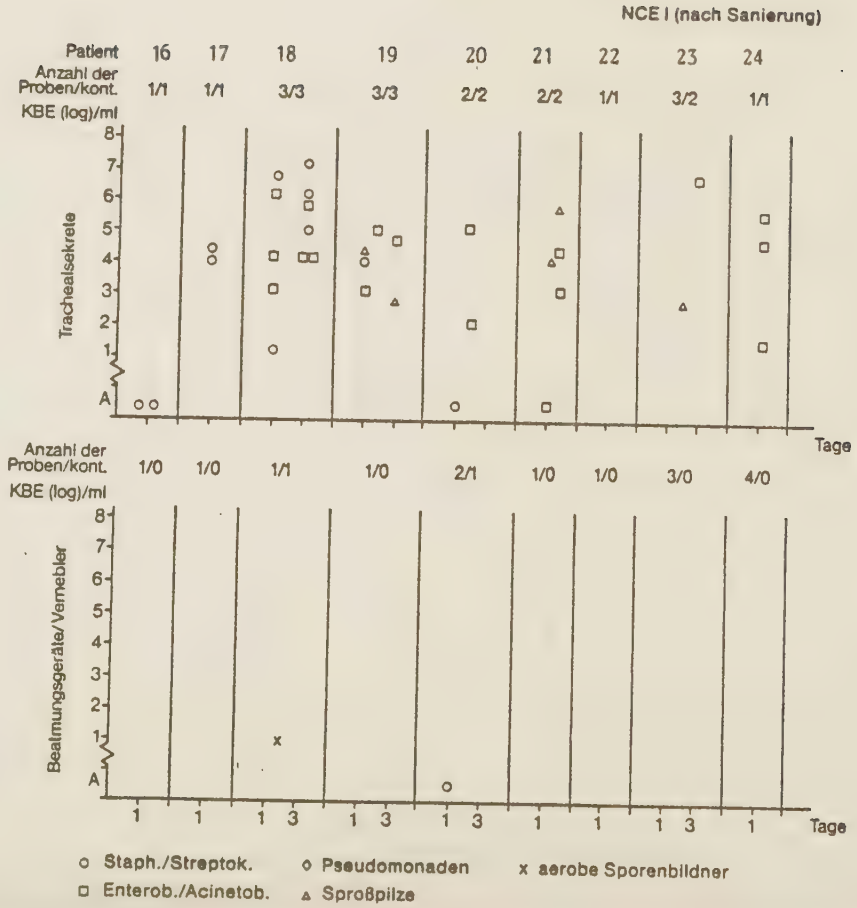


Abbildung 19

NCE I
(nach Sanierung)

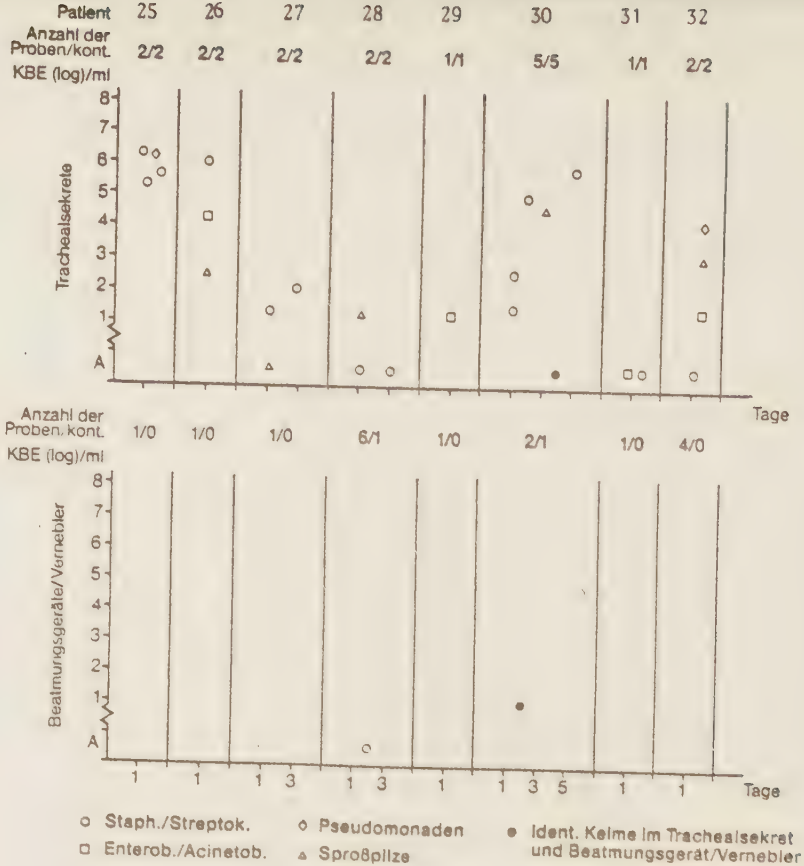


Abbildung 20

NCE I
(nach Sanierung)

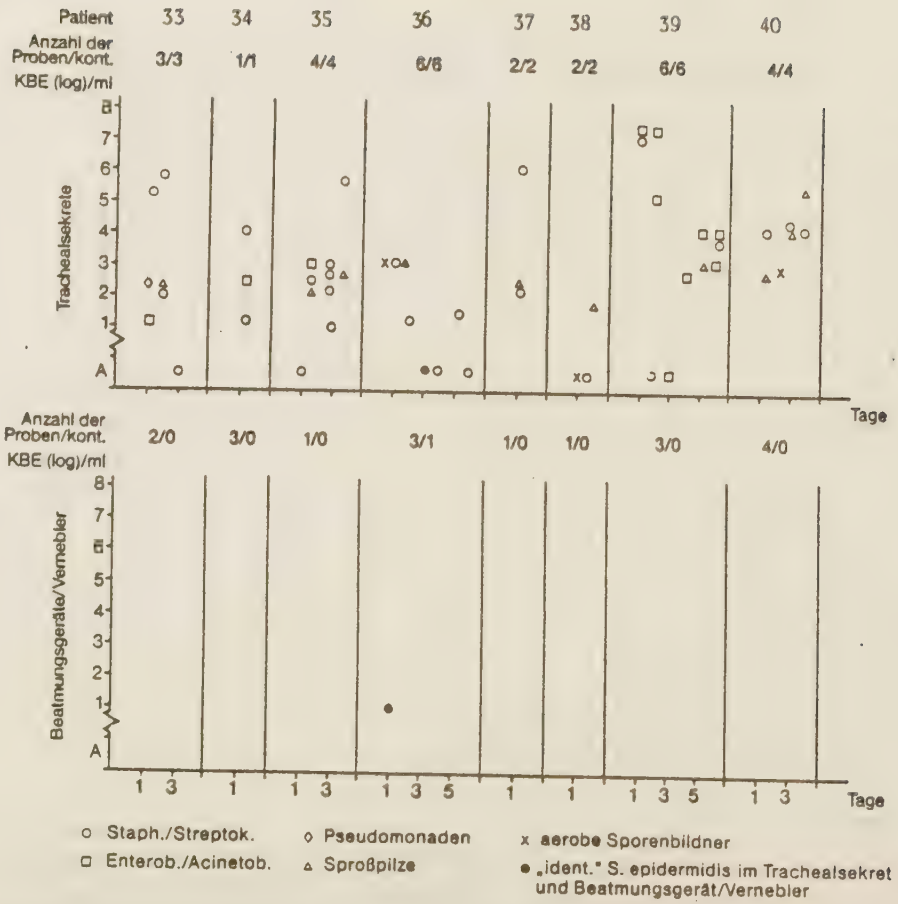


Abbildung 21

5 mal aerobe Sporenbildner oder Staphylococcus epidermidis, davon 3 mal in einem Keimgehalt von 10 KBE/ml und 2 mal nur aus der Anreicherung (unter 10 KBE/ml) isoliert. Enterobakterien, Pseudomonaden, Enterokokken oder Staphylococcus aureus wurden nicht nachgewiesen. Hervorzuheben ist, daß sich die Kontamination der Trachealsekrete bezüglich der Keimspezies und des Keimgehaltes nicht von den vorausgegangenen Werten unterschied. Auch hier waren pro Patient meistens 3 bis 4 verschiedene Keimarten nachweisbar. Somit ist eine primär gleiche, vom Patienten ausgehende Grundbelastung anzunehmen. Eine Interpretation, ob dadurch die Gesamtzahl der verschiedenen Spezies im Trachealsekret sowie ihr Keimgehalt beinflußt wurde, kann wegen der geringen Vergleichszahlen nicht gemacht werden.

Wenn die zwei "identischen" Isolate von Staphylococcus epidermidis im Trachealsekret und der Wasserstelle des Beatmungsgerätes (Patient 30 und 36) in den Abbildungen 20 und 21 nicht als sekundäre Kontamination bei der Probennahme aufzufassen sind, so imponiert im Vergleich zur ersten Phase der Studie, daß die Anzahl gleichartiger Isolate in beiden Probenarten (Trachealsekret und Wasserprobe) massiv zurückgegangen ist, wenn nicht sogar komplett ausgeschaltet wurde.

5.0 Diskussion

In zahlreichen Veröffentlichungen wurde über die mikrobielle Besiedlung von Wasserbehältern, Schläuchen etc. von medizinischen Geräten berichtet (KOSS und Mitarb. 1979; EDMONDSON und Mitarb. 1966; PHILLIPS und Mitarb. 1974; SANDISON und Mitarb. 1963; REINARZ und Mitarb. 1965; CROSS und ROUP 1981; SCHULZE und Mitarb. 1967; STOBER und Mitarb. 1982; MOFFET und Mitarb. 1967).

Die Zahl der Publikationen, in welchen über kontaminierte Wasserstellen in medizinischen Geräten und dadurch bedingte Erkrankungen berichtet wird (Tab. 1) ist überaus groß, sie stellt jedoch sicher nur einen kleinen Anteil der tatsächlichen Vorkommnisse dar. Charakteristischerweise waren besonders Berichte über *epidemische Krankenhausinfektionen*, verursacht durch kontaminierte Wasserstellen, lehrreich für die Aufdeckung derartiger Übertragungswege.

So berichteten CRANE und Mitarb. (1981) über eine Epidemie mit Pseudomonas paucimobilis. 6 Beatmungspatienten einer Intensivpflegestation waren mit diesem Erreger besiedelt oder hatten Infektionen. Pseudomonas paucimobilis wurde in der Warmwasserleitung der Station gefunden. Von hier gelangte der Erreger in Flaschen, die zum Durchspülen der Absaugpumpen und der Katheter mit Leitungswasser aufgefüllt wurden.

PHILLIPS und Mitarb. haben 1972 eine epidemische Krankenhausinfektion mit Pseudomonas thomasii beschrieben, bei der 40 Patienten an einer Bakteriämie oder an Atemwegs- und Harnwegsinfektionen erkrankten. Als Ursache wurde kontaminiertes Aqua dest. aus der Apotheke des Krankenhauses in den Wasserbehältern der Beatmungs- und Befeuchtungsgeräte nachgewiesen. 1977 wurde eine Epidemie mit Pseudomonas aeruginose bekannt (TINNE 1977), die von 1967 bis 1976 im Glasgow Royal Infirmary Hospital ablief und eine Reihe von Todesfällen und schweren Infektionen bei beatmeten und tracheotomierten Patienten hervorrief. Dieselbe Keimart wurde auch in den Beatmungsgeräten und Verneblern gefunden.

RINGROSE und Mitarb. veröffentlichten 1968 19 Fälle von Krankenhausinfektionen mit Serratia marcescens. Kontaminierte Ultraschallvernebler, die mit "üblichen Methoden" gereinigt waren, wurden als Urheber der Infektionen festgestellt.

Der gleiche Erreger verursachte 1969 Infektionen an 49 Patienten in einem Hospital in Columbus/Ohio. Auch hier waren Vernebler und Beatmungsgeräte, die nicht ordnungsgemäß aufbereitet worden waren, die Quelle der Kontamination (CABRERA 1969).

Die Berichte über epidemische Krankenhausinfektionen, die von solchen mit Wasser betriebenen Apparaten herrühren, werden ergänzt durch Angaben über Erkrankungen, die von *spezifischen* Erregern ausgehen, wie Salmonellen und Legionellen. Auf einer Neugeborenenstation kam es 1955 zu einer Salmonellenepidemie über kontaminierte Beatmungs- und Absauggeräte (RUBENSTEIN und FOWLER 1955).

1976 wurde der Erreger der "Legionärskrankheit", Legionella pneumophila, identifiziert. Erstmals wurde 1980 das "pittsburgh pneumonia agent" (Legionella micadei) in Verneblern nachgewiesen. GORMAN und Mitarb. (1980) äußerten den Verdacht, daß die Übertragung der spezifischen Pneumonie durch das Aerosol des Verneblers erfolgt. ARNOW und Mitarb. haben dies 1982 bestätigt. Von 5 Patienten mit nosokomial erworbener Legionärskrankheit waren 4 Aerosolen von Verneblern und 1 Patient einem transportablen Raumluftbefeuchter exponiert. Die Vernebler und der Raumluftbefeuchter wurden mit Leitungswasser betrieben. In den Rohren des Leitungswassernetzes, vor allem im Warmwasserbereich, wurde Legionella pneumophila isoliert.

Dagegen sind Berichte über Infektionen bzw. eine Kolonisierung von Patienten mit Mikroorganismen aus Wasserstellen medizinischer Geräte in *außerepidemischen* Zeiten selten. So stellten SEN und LOURIA (1982) einen Fall von "Superinfektion" der Atemwege vor. Eine schon vorhandene

Atemwegsinfektion wurde durch Pseudomonas aeruginosa superinfiziert. Der Grund war ein ungenügend aufbereitetes Beatmungsgerät.

Den direkten Zusammenhang zwischen der Exposition mit kontaminiertem Wasser von Beatmungsgeräten und nosokomialen Pneumonien zeigten PIERCE und Mitarb. (1970) auf. Bei Durchsicht von Obduktionsprotokollen am Parkland Memorial Hospital in Dallas fanden sie, daß die Rate der durch gramnegative Bakterien verursachten nekrotisierenden Pneumonien von 0,8 % im Jahre 1952 auf 7,9 % im Jahre 1963 angewachsen war. Die Zunahme dieser Art von Pneumonien trat zu einer Zeit auf, als Beatmungstherapiegeräte in steigendem Maße angewandt wurden. In weiteren Studien zeigten dieselben Autoren, daß die Verneblertöpfe von Inhalationstherapiegeräten im Krankenhaus oft stark mit gramnegativen Bakterienstämmen bewachsen waren. Sie wiesen auf die kontaminierten Aerosole dieser Vernebler als Ursache der nekrotisierenden Pneumonien durch gramnegative Erreger hin (REINARZ und Mitarb. 1965; PIERCE und Mitarb. 1966; PIERCE und SANFORD 1972). Nach Einführung von gezielten Methoden zur Dekontamination der Beatmungsgeräte und des Zubehörs verminderte sich wieder die Inzidenz der bei Obduktion nachgewiesenen Pneumonien durch gramnegative Bakterien auf das Ausgangsniveau (PIERCE und SANFORD 1973; PIERCE und Mitarb. 1970).

Somit gilt der Zusammenhang zwischen der Kontamination in Wasserstellen medizinischer Geräte und der Infektion von Patienten als gesichert.

Die Erfassung von Infektionsraten zur Beweisführung krankenhaushygienischer Maßnahmen ist als überaus unempfindliches Indikatorsystem von zweifelhaftem Wert. Einerseits ist der Ausbruch eines klinischen Bildes einer Infektion von verschiedenen Faktoren, u.a. der Abwehrlage des Patienten, abhängig. Andererseits ist es als Verbesserung einzustufen,

wenn durch eine Maßnahme die Anzahl der im Trachealsekret nachweisbaren Keimarten (häufig bis zu 5 Stämmen) vermindert werden kann. Exaktere Aussagen sind durch den Vergleich der Keimisolate unter Beachtung der Keimart und der Keimzahl aus den Trachealsekreten und den Wasserstellen zu erzielen. Wir konnten beweisen, daß die vorher gehäuften identischen Isolate aus den Wasserproben und den Trachealsekreten (Erhebung des Ist-Zustandes ohne Änderung der Aufbereitung) nach Sanierung der Wasserstellen nicht mehr nachweisbar waren. Damit ist das Risiko einer Pneumonie bei Verwendung einwandfreier Geräte zumindest um den Anteil vermindert, der ansonsten über diese Wasserstellen verursacht wird. Sicherlich ist davon auszugehen, daß die im Trachealsekret nachgewiesenen Keime aus verschiedenen Quellen stammen. Wie bei allen krankenhaushygienischen Zusammenhängen kann eine effektive Verhütung von Infektionen nur durch Ausschluß mehrerer Ursachen erreicht werden. Der Betrieb einwandfreier medizinischer Geräte stellt zumindest einen der entscheidenden Faktoren dar. Nachdem wir diese Zusammenhänge erkannt hatten, schien uns eine Fortführung der Analyse des Ist-Zustandes auf den Intensivstationen nur mit dem Ziele höherer Vergleichszahlen nicht vertretbar.

In den Wasserstellen von Beatmungs- und Inhaliergeräten, in angebrochenen Aqua dest.-Flaschen, in den Inkubatoren und in den Sauerstoffgeräten wurden neben Pseudomonaden und aeroben Sporenbildnern auch Enterobakterien sowie Staphylococcus aureus und Enterokokken, zum Teil in hohen Keimzahlen, gefunden. Befunde, die in den Krankenhäusern von Rheinland-Pfalz erhoben wurden, sind zweifelsohne auch auf andere Länder innerhalb der Bundesrepublik Deutschland und *sicher auf den gesamten deutschsprachigen Raum übertragbar*. Diese Schlußfolgerung erscheint aus den Daten einer Befragung des Personals auf 68 Stationen (KILIAN 1983) in der Bundesrepublik Deutschland, Österreich und Belgien zulässig. Bezüglich der Austauschfrequenz der Geräte zur Atemtherapie stellte sich heraus, daß 13 Stationen während der gesamten Therapie weder Schläuche noch Geräte wechselten.

In Proben aus medizinischen Geräten in Krankenhäusern von Rheinland-Pfalz, die vor 9 Jahren abgenommen wurde, waren zu 30 % fakultative Krankheitserreger nachweisbar. Damals dominierten ebenfalls Pseudomonaden und Enterobakterien. Da bei der jetzigen Untersuchung auch Abstriche von Wasserhahnen genommen wurden, mußte mit einer noch stärkeren Kontamination gerechnet werden. Bei der jetzigen Untersuchung waren 64 % mit einem Keimgehalt bis zu 10^6 KBE/ml bewachsen. Diese Ergebnisse muß man nach allen Bemühungen um eine Verbesserung der Situation auf dem Gebiet der wasserführenden medizinischen Geräte werten. Nicht nur, daß die Ermahnungen der Krankenhaushygieniker offenbar wenig beachtet wurden, auch die "Empfehlungen", die seitens des Ministeriums für Gesundheit und Sport gemeinsam mit dem Hygiene-Institut der Universität Mainz herausgegeben wurden, haben keine nennenswerte Resonanz gefunden.

In der Zwischenzeit wurden dagegen *die Konstruktionen und Materialien der Apparate wesentlich verbessert*. So erzielte man Fortschritte, was die Sterilisierbarkeit der Schläuche und der Behälter für Wasser anbelangt. Auch sind die einzelnen Teile der Apparate einfacher und ohne Kontaminationsgefahr zusammenzusetzen. Erfreulicherweise sind keine sogenannten "Kaltvernebler" mehr anzutreffen. Auf Normalstationen werden die Maßnahmen zur Aufbereitung und regelrechten Bedienung der medizinischen Geräte stärker vernachlässigt, als dies auf Intensivstationen der Fall ist. So erwiesen sich auf den Normalstationen 72 % als verunreinigt, wohingegen dies auf Intensivstationen bei 57 % zutraf. Eine besonders massive Keimbesiedlung fiel bei den Ultraschallverneblern auf, auch hier auf Normalstationen häufiger als auf Intensivstationen. Es ist daher dringend anzuregen, nicht nur das Personal von Spezialstationen, sondern auch von Normalstationen in Fortbildungsveranstaltungen zu unterweisen.

Das Keimspektrum in den Wasserstellen der verschiedenen medizinischen Geräte läßt *Rückschlüsse auf die Herkunft* der Mikroorganismen zu. In den Wasserstellen der *Sauerstoffgeräte* kommt es zur Vermehrung typischer Wasserkeime (besonders Pseudomonaden), sehr häufig neben aeroben Sporenbildnern. Fallweise treten aber auch trocknungsresistente Staphylokokken und Streptokokken, offenbar nach unzureichender Aufbereitung, auf. Bei diesen medizinischen Geräten ist daher eine retrograde Kontamination vom Patienten her nicht anzunehmen, zumindest steht sie nicht im Vordergrund. Dagegen ist der Nachweis von Enterobakterien, teilweise in hoher Keimzahl, bei *Beatmungs- und Inhalationsgeräten* ein Indikator für die Kontamination vom Patienten oder durch das Personal. Nach sachgerechter Aufbereitung und ordnungsgemäßem Betrieb läßt sich die Kontamination von Inhalationsgeräten zuverlässig verhindern; nur darauf ist die geringe Besiedlung dieser Apparate auf den Intensivstationen, nicht jedoch auf den Normalstationen, bei der Erhebung in den Krankenhäusern von Rheinland-Pfalz zurückzuführen. Offensichtlich stehen einwandfreie Geräte, die einen sicheren Betrieb ermöglichen, zur Verfügung. *Eine Kontamination der Wasserstelle geht in Beatmungs- und Inhalationsgeräten nicht prinzipiell mit dieser Art der Therapie einher.*

Über die *Vermehrung* von Keimen im Wasser und speziell von Pseudomonaden in Aqua dest., das zum Auffüllen der medizinischen Apparate verwendet wird, gibt es zahlreiche Untersuchungen. So beobachteten FAVERO und Mitarb. (1971) einen Anstieg der Keimmengen von 4 300 auf 1 100 000 Keime/ml bei einer Pseudomonas aeruginosa-Suspension in destilliertem Wasser, wenn diese für 24 Stunden bei 25 °C bebrütet wurde. Aber auch Flavobakterien und Acinetobacter vermehren sich in Aqua dest. BOTZENHART wies 1974 nach, daß Pseudomonas aeruginosa in krankenhausüblichen Wasserqualitäten zu einer erheblichen Vermehrung befähigt ist. Im Jahre 1976 ergänzten BOTZENHART und KUFFERATH diese Ausführungen, indem sie zusätzlich eine Vermehrung von Serratia marcescens in Aqua bidest. beweisen konnten. In entionisiertem Wasser wuchsen Serratia marcescens,

Pseudomonas aeruginosa, Enterobacter aerogenes und Alkaligenes faecalis. DICKGIESSER und RITTWEGER haben 1979 bei Untersuchungen über das Verhalten von Bakterien in Aqua bidest. und Leitungswasser aufgezeigt, daß die Temperatur nur einen additiven Faktor darstellt; die Vermehrung ging bei 20 °C etwas langsamer und bei 40 °C geringgradig schneller vonstatten, so daß der Beginn der Vermehrung von Keimen in den Wässern medizinischer Geräte nach 8 Stunden festzustellen war. Die Autoren betonen, daß es beim Einbringen von organischem Material in Aqua dest. infolge von Verunreinigung zu einer wesentlich rascheren Vermehrung von Mikroorganismen kommt. Zu wenig bekannt ist, daß Pseudomonaden ihren Nährstoffbedarf sogar aus Kunststoffmaterialien decken können (GRÜN 1969; KANZ 1968). Daher bedeutet die Entnahme von Aqua dest. aus Plastikkanistern ein hohes Risiko und stellt häufig die Quelle für eine Pseudomonadenbesiedlung der Geräte zur Atemtherapie dar. Die spezielle Problematik, die mit den meist verwendeten Kunststoffschläuchen für die Geräte zur Atemtherapie einhergeht, haben SOMER und Mitarb. (1982) untersucht. Da es entlang der Wände zu einem Belag aus extrazellulärem Material kommt, sind die Pseudomonaden für Desinfektionsmittel schwer angreifbar. Zusätzliche Probleme ergeben sich, wenn Desinfektionsmittelreste auf den Oberflächen verbleiben. So können quaternäre Ammoniumverbindungen sogar als Nährstoffe für Pseudomonaden dienen. Die Inhaltsstoffe in Trinkwasser können trotz Chlorung ausreichende Nährsubstanzen für Bakterien (GRÜN 1969) darstellen. Auch Serratia marcescens, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae, Erwinia, Enterobacter aerogenes, Citrobacter und Alkaligenes faecalis vermehren sich in Trinkwasser (BOTZENHART und KUFFERATH 1976). Vor allem durch Eintrag weiterer Nährsubstanzen aus Wasseraufbereitungsanlagen (z.B. Phosphatierung, Ionenaustauscher) wird eine Vermehrung anspruchsvollerer Keime, wie Enterobakterien, gefördert. Unter diesen Bedingungen kann eine erhöhte Wassertemperatur mit verlängerten Verweilzeiten, wie beispielsweise in Vor-

ratsbehältern, ein zusätzliches Risiko bedeuten. Das Problem kann jedoch nicht durch Zusatz von Konservierungsstoffen gelöst werden, zumal das aerosolierte Wasser und die damit eingetragenen Inhaltsstoffe in den tiefen Alveolen praktisch vollständig resorbiert werden. In seinen Untersuchungen über die Absterberate verschiedener Testkeime in Wasser unterschiedlicher Qualität sowie dem Wasser aus dem von uns verwendeten Einmal-Sterilsystem fand GANGEL (1984) gleiche Verlaufskurven, d.h. das Wasser des Einmalsystems enthält keine Konservierungsstoffe.

In dem von uns untersuchten Sterilwasser der Firma Kendall konnten trotz langer Betriebsdauer der Geräte und ohne Wechsel der Wasserbehälter nach den üblichen Zeiten aus insgesamt 50 Proben in 12 Wochen nur 4 mal Staphylococcus epidermidis und einmal ein aerober Sporenbildner nachgewiesen werden. Aufgrund der isolierten Keimarten und der geringen Keimzahlen ist hierbei eine sekundäre Kontamination nicht auszuschließen. Die gleichen Ergebnisse liegen von GANGEL (1984) vor, der ebenfalls trotz langer Standzeiten keine Mikroorganismen isolieren konnte. Auch MEHAN (1977) hatte bis zum 77. Tag nach Benutzung von Aquapak-/Concha-Systemen keinen Nachweis auf drei verschiedenen Nährboden. Bei 92 Patienten, davon 15 mit bakterieller Pneumonie, war in keinem Fall eine Kontamination des Sterilwasserbehälters vorhanden (STÖLER 1972).

Für die Herkunft von verschiedenen Keimarten in den Wasserstellen sind auch die Keimzahlen pro Milliliter aufschlußreich. Pseudomonaden als typische Wasserkeime vermehren sich schon bei geringem Nährstoffangebot. Wesentlich anspruchsvoller sind Enterobakterien, die sich meist nur bei *zusätzlicher Verunreinigung* zu höheren Keimzahlen vermehren. Ein besonderes Nährstoffangebot benötigen auch Staphylokokken, so daß ein hoher Keimgehalt nur bei besonderem Eintrag von organischem Material zu erwarten ist. Mit der Frage nach der Interpretierbarkeit des unterschiedlichen Keimgehaltes von Pseudomonaden und aeroben Sporenbildnern wurden jene Wasserproben mit Keimgemischen graphisch dargestellt. So sind in Abbildung 22 der Keimgehalt

der zusätzlich nachgewiesenen Mikroorganismen in Abhängigkeit des Keimgehaltes der Pseudomonaden, ebenfalls nach ihrem Keimgehalt geordnet, in Gruppen dargestellt. Waren die Pseudomonaden nur aus Anreicherungen sowie in einem Keimgehalt zwischen 1 bis 1,9 log. Einheiten nachweisbar, so zeigten sich als Zweitkeimenur aerobe Sporenbildner. Erst ab und oberhalb dieses Keimgehaltes der Pseudomonaden von 2 log. Einheiten traten Enterobakterien und Sproßpilze als zusätzliche Keimarten auf. Noch ausgeprägter erscheint der Zusammenhang bei Darstellung der Keimgemische, aufgetragen gegen den Keimgehalt von aeroben Sporenbildnern (Abb. 23). Erst ab einer Menge von 2 log. Einheiten aerober Sporenbildner ist gehäuft mit dem Nachweis anderer Keimarten (Staphylokokken, Streptokokken, Enterobakterien, Sproßpilze) zu rechnen. Somit veranschaulicht ein Nachweis von Pseudomonaden, aber auch aeroben Sporenbildnern ab einem Keimgehalt von 2 log. Einheiten/ml die Möglichkeit bzw. Gefahr der Vermehrung anderer möglicher Krankheitserreger in der jeweiligen Wasserqualität bzw. unter diesen Aufbereitungs- und Betriebsbedingungen. Somit sollte bei der Beurteilung des Risikos solcher Wasserstellen der Keimgehalt von Pseudomonaden und aeroben Sporenbildnern, insbesondere ab einem kritischen Bereich von 2 log. Einheiten aufwärts, herangezogen werden.

Wurde in einwandfrei aufbereiteten medizinischen Geräten steriles Aqua bidest. eingefüllt, so ist ein weiterer Gesichtspunkt zu beachten, um einen gefahrlosen Betrieb zu gewährleisten. Die *Materialien* müssen so ausgewählt sein und die *Konstruktion* derart ausgerichtet sein, daß es nicht *während des Betriebes* zu einer retrograden Kontamination der Wasserstelle kommt. Dies kann beispielsweise durch Kondensatbildung in den Schläuchen geschehen, welchesin Gegenrichtung in die Wasserstelle gelangt. So können auch bei Dauerbetrieb die Wasserstellen in Faltenschläuchen ein sekundäres Keimreservoir mit der Gefahr einer bakteriellen Vermehrung darstellen. Weiterhin ist die Anordnung der Schläuche bzw. des Aerosol-Ableitungsschlauches beachtenswert. Wichtig ist, daß kein Kondensat im Gegenstrom rinnen kann. Aus diesem Grund sollte patientenwärts

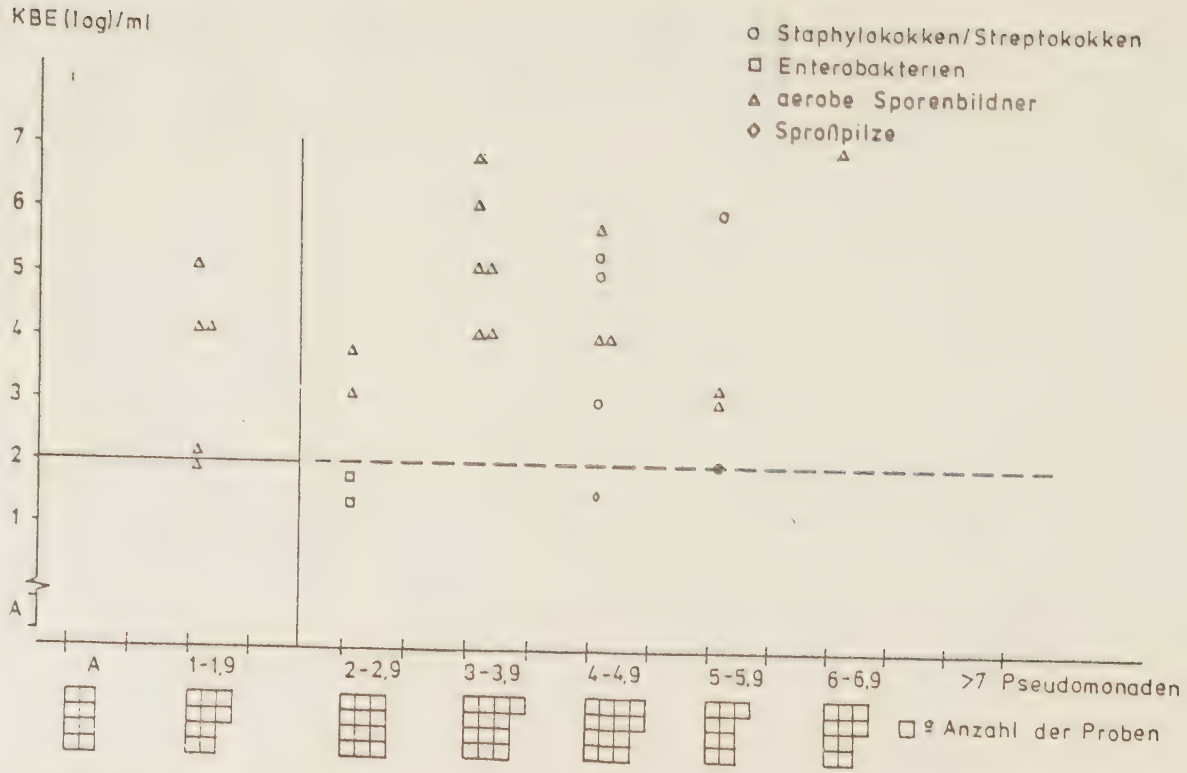


Abbildung 22

Keimgehalt anderer Mikroorganismen in Korrelation zu ansteigender Keimzahl von Pseudomonaden

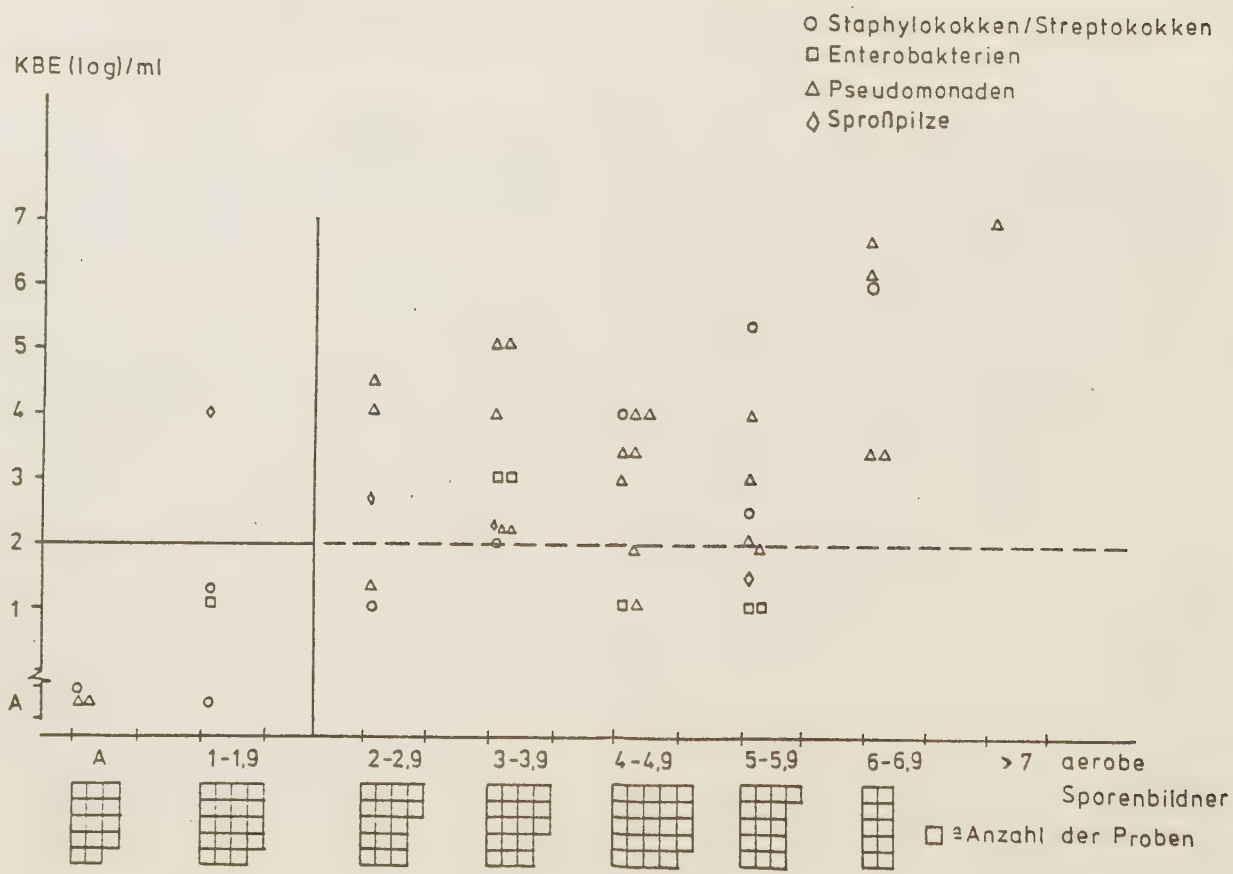


Abbildung 23
Keimgehalt anderer Mikroorganismen in Korrelation zu ansteigender Keimzahl von aeroben Sporenbildnern

ständig ein Gefälle im Schlauch eingehalten werden. Vor allem bei Langzeitbetrieb sind Materialien vorzuziehen, die keine wachstumsförd ernden Stoffe aus den Wandungen abgeben.

Erschien aus dem Vergleich der Kontamination der Inhalationsgeräte auf Normal- und Intensivstationen die Schlußfolgerung berechtigt, daß unter der Voraussetzung des Einsatzes geeigneter Konstruktionen und Wasser einwandfreier Qualität eine Kontamination der Wasserstelle nicht prinzipiell mit dieser Art der Therapie einhergeht, so konnten wir durch die Vergleichsuntersuchungen auf den Intensivstationen der Universitätskliniken den Beweis antreten, daß nicht der Patient das Gerät kontaminiert, sondern *die Infektion des Patienten vom Gerät aus erfolgt*. Würde der Patient das Gerät kontaminieren, so wäre auch bei Einsatz des Sterilwassersystems immer mit einer Verunreinigung der Wasserstelle zu rechnen. Da dies nicht der Fall war, ist davon auszugehen, daß die Übertragung vorwiegend vom Wasser in den Patienten erfolgt. Somit stellt die Kontamination der Wasserstelle keinen therapiebedingten unumgänglichen Faktor dar, vielmehr kann durch ordnungsgemäße Aufbereitung und gesicherten Betrieb eine zusätzliche Infektion des Patienten mit weiteren Keimspezies wirksam unterbunden werden. Für Ärzte und Pflegepersonal gilt also die Verpflichtung, nur optimal aufbereitete Geräte mit einwandfreien Wasserstellen zur Anwendung am Patienten einzusetzen.

Welche *Organisationsformen* bzw. Systeme zu bevorzugen sind, muß aufgrund der Gegebenheiten in den Krankenhäusern bzw. Stationen entschieden werden. Selbstverständlich ist es möglich, die Geräte sicher aufzubereiten, indem die Reinigung, thermische Desinfektion oder Sterilisation sowie die Bereitstellung von sterilem Aqua bidest. gewährleistet werden müssen. Eine Gruppe von Hygienikern hat 1984 unter Leitung von LEGLER eine Resolution verabschiedet, in welcher der

"Wechsel der gesamten Einheit innerhalb von 8 bis 12 Stunden unter den folgenden Voraussetzungen:

- Verwendung von sterilem Aqua dest.;
- alle Teile, die bakteriell kontaminiert werden können, müssen im Autoklaven sterilisierbar, zumindest aber dampfdesinfizierbar sein;
- Wartung bei Nichtbenutzung: sauber und trocken:
- Verwendung von Staubfiltern nach DIN 42185, welche gröbere Partikel zurückhalten"

gefordert wurde. Auch sind Festlegungen über die Lagerung bei Nichtverwendung sowie bei Betrieb erforderlich. Der Aufwand an Informationen, regelmäßiger Schulung und vor allem Kontrolle ist bei diesem System mitzuberücksichtigen. Nach den hier dargelegten Erfahrungen und den Resultaten der mikrobiologischen Untersuchungen von Wasserstellen in Rheinland-Pfalz, aber auch einer Universitätsklinik, erscheint solch eine Organisationsform zwar durchführbar, jedoch ist die laufende Einhaltung der Vorschriften nur sehr schwer zu erreichen. Eine Verbesserung der jetzigen Situation ist aber wegen des hohen Risikos dringend geboten. Offenbar war die bisherige Information und Abklärung nicht ausreichend. Von den Herstellern der medizinischen Apparate sollten zumindest eindeutige Informationen über die Sterilisierbarkeit bzw. thermische Desinfektion der einzelnen Teile der Geräte sowie das Zusammensetzen gegeben werden. In den Krankenhäusern müssen Organisationspläne erstellt werden, aus denen

- Angaben über den Wechsel der Geräte;
- Angaben über den Wechsel von sterilem Aqua dest. (der Gebrauch ist möglichst nur aus kleinen 500 ml-Flaschen zu empfehlen);
- Angaben über die Aufbewahrung nach Benutzung (Weitertransport in eine Zentrale);
- Angaben über die Aufbewahrung nach erfolgter Aufbereitung

ersichtlich sind.

Bei allen Organisationsformen mit Wiederaufbereitung müssen regelmäßige mikrobiologische Kontrollen der Wasserstellen empfoh-

len werden. Wenn mehrere Personen an der Aufbereitung der Geräte beteiligt sind, also keine Zentrale für die Aufbereitung, Lagerhaltung und Kontrolle zur Verfügung steht, sind häufiger mikrobiologische Kontrollen erforderlich.

Als Sofortmaßnahme für eine rasche Abhilfe der beschriebenen Mißstände oder als Alternative zur herkömmlichen Aufbereitung sind Sterilwassersysteme als Einmalware zu empfehlen. Bei der Auswahl der Verfahren muß die Sicherheit der Patienten im Vordergrund stehen.

Ein zusätzliches Bewertungskriterium stellen die Kosten für Aufbereitung, routinemäßige mikrobiologische Überprüfung, Lagerhaltung und Wiederinbetriebnahme der Geräte dar. Unter diesem Aspekt wird auch die Wirtschaftlichkeit von Sterilwassersystemen deutlich.

6.0 Zusammenfassung

Im Jahre 1983 wurden an 69 Krankenhäusern in Rheinland-Pfalz mikrobiologische Untersuchungen wasserführender Geräte vorgenommen. 522 Wasserproben wurden von 71 Intensivstationen und 85 Normalstationen entnommen, dabei waren 64 % der Proben kontaminiert.

Vor allem Ultraschallvernebler und Sauerstoffgeräte auf Normalstationen erwiesen sich weitaus häufiger besiedelt als auf Intensivstationen. Hauptsächlich ließen sich neben aeroben Sporenbildnern Pseudomonaden, gefolgt von Staphylokokken und Enterokokken nachweisen. 20 Enterobakterienstämme konnten isoliert werden.

Während eines Zeitraumes von 5 Monaten wurden in 2 Intensivstationen Wasserproben aus medizinischen Geräten entnommen und auf ihren Keimgehalt untersucht. Diesen Befunden wurde die Besiedlung/Infektion der Atemwege der entsprechenden Patienten durch Untersuchungen der Trachealsekrete gegenübergestellt. Es konnten pro Patient bis zu 4 identische Keimarten in den Trachealsekreten und den Wasserstellen medizinischer Geräte festgestellt werden. Dabei handelte es sich vor allem um Enterobacter und Acinetobacter, Pseudomonaden und Staphylokokken. Die Keimzahl in den Wasserproben von Beatmungs- und Inhaliergeräten erreichte 10^8 KBE/ml. Anschliessend wurde auf einer Intensivstation ein Sterilwassersystem eingeführt, das Personal in der Handhabung unterwiesen und auch hier die Befunde der Trachealsekrete und der Wasserstellen medizinischer Geräte der betreffenden Patienten gegenübergestellt. Bei gleicher Grundbelastung in den Trachealsekreten ließ sich nur zweimal Staphylococcus epidermidis als "identische" Keimart in einer Keimzahl bis zu 10 KBE/ml im Sterilwassersystem identifizieren.

Die Forderung nach einem lückenlosen System für die Aufbereitung, Lagerung und Wiederinbetriebnahme dieser Geräte ohne Kontaminationsgefahr ist unabweisbar. Regelmäßige mikrobiologische Kontrollen sind unumgänglich, um die Gefährdung

des Patienten auszuschließen und das Personal auf seine Verantwortung hinzuweisen. Als Alternative bietet sich das Sterilwassersystem an, das ohne Maßnahmen zur Wiederaufbereitung und ohne mikrobiologische Kontrollen eingesetzt werden kann.

Literatur

1. ABEYESUNDERE, R.L.: A ward outbreak of Clostridium difficile enterocolitis. J. Infect. 5 (1982) 277

2. AHLMEN, J., A. ALVESTRAND, A. BRUN et al.: Water purification in dialysis treatment. Lakartidnigen 77 (1980) 26

3. AHNEFELD, F.W., W. DICK, J. KILIAN und W. STEUER: Die Desinfektion von Beatmungsgeräten mit Formaldehyd im Aseptor. Öff. Gesund. Wesen 42 (1980) 79

4. AHNEFELD, F.W., L. GRÜN, E. KANZ und J. KILIAN: Aufbereitung von Apparaten und Instrumentarium zur Anaesthesie- und Atemtherapie. In: JUST, O.J. (Hrsg.): Praxis der klinischen Hygiene in Anaesthesie und Intensivpflege INA, Band 9, Thieme-Verlag, Stuttgart, New York, 1977

5. AIROLDI, T. and W. LITSKY: Factors Contributing to the Microbial Contamination of Cold-Water Humidifiers. Am. J. Med. Techn. 38 (1972) 491

6. ARNOW, P.M., T. CHOU, D. WEIL, E.N. SHAPIRO and C. KRETZSCHMAR: Nosocomial Legionnaires' disease caused by aerosolized tapwater from respiratory devices. J. Infect. Dis. 146/4 (1982) 460

7. ASHBAUGH, D.G. and T.L. PETTY: Sepsis complicating the acute respiratory distress syndrome. Surg. Gynec. Obstet. 135 (1972) 865

8. BAKER, D.A., P.B. MEAD, J.M. GALLANT, R.G. HAYWARD and A.J. HAMEL: Water-borne contamination of intrauterine pressure transducers. Am. J. Obstet. Gynecol. (1979) 923

9. BAMERT, P. und F. ROTH: Bakterienpropagation durch Atemluftbefeuchter. Schweiz. med. Wschr. 104 (1974) 1856

10. BANASZAK, E.F., W.H. THIEDE and J.N. FINK: Hypersensitivity pneumonitis due to contaminated air conditioner. N. Engl. J. Med. 283 (1970) 271

11. BARRIE, D.: Incubator-borne Pseudomonas pyocyanea infection in a newborn nursery. Arch. Dis. Child. 40 (1965) 555

12. BARTHOLMESS, K.: Wasseraufbereitung mit Chlor. Krankenhaustechnik (1982) 72

13. BASSETT, D.I.C., S.A.S. THOMPSON and B. PAGE: Neonatal infections with pseudomonas aeruginosa associated with contaminated resucitation equipment. Lancet I (1965) 781

14. BASSETT, D.I.C.: Common-source outbreaks. Proc. roy. Soc. Med. 64 (1971) 980

15. BAUR, X., G. FRUHMANN und H. PRELICZ: Die Befeuchterlunge - eine Berufskrankheit? Arbeitsmed. Sozialmed. Präventivmed. 19 (1984) 35

16. BENZER, H.: Patientengut, personelle und räumliche Strukturen. In:Europ. Kommitee Interdisziplinäre Hospitalhygiene (Hrsg.): Hygienestatus an Intensivstationen. mhp-Verlag, Wiesbaden, 1983

17. BERKELMANN, R.L., J. GODLEY, J.A. WEBER et al.: Pseudomonas cepacia peritonitis associated with contamination of automatic peritoneal dialysis machines. Ann. Intern. Med. 96 (1982) 456

18. BEST, M., J. STOUT, R.R. MUDER, V.L. YU, A. GOETZ and F. TAYLOR: Legionellacae in the hospital water supply. Lancet I (1983) 307

19. BLAGG, C.R. and H. TENCKHOFF: Microbial Contamination of Water Used for Hemodialysis. Nephron. 15 (1973) 81

20. BORNEFF, J.: Hygiene. Ein Leitfaden für Studenten und Ärzte. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1982

21. BORNEFF, J., H.-P. WERNER und H. DUNKELBERG: Persönliche Mitteilung, 1972

22. BOTZENHART, K.: Pseudomonas aeruginosa im Inhalationsaerosol. Anaesthesist 20 (1971) 441

23. BOTZENHART, K. und R. KUFFERATH: Über die Vermehrung verschiedener Enterobacteriaceae sowie Pseudomonas aeruginosa und Alkaligenes spec. in destilliertem Wasser, entionisiertem Wasser, Leitungswasser und Mineralsalzlösung. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 163 (1976) 470

24. BREITFELLNER, G. und A. A. MESCHKAT: Krankenhausinfektionen durch E. coli 0111: B 4 und Pseudomonas aeruginosa. Wiener klin. Wschr. 87 (1975) 424

25. BRYANT, L.R., J.K. FRINKLE, K. MOBIN-UDDIN, J. BAKER and W.O. GRIFFEN: Bacterial colonization profile with tracheal intubation and mechanical ventilation. Arch. Surg. 104 (1972) 647

26. BURKE, J.P., R.A. GARIBALDI, M.R. BRITT, J.A. JACOBSON, M. CONTI and D.W. ALLING: Prevention of Catheter-Associated Urinary Tract Infections. Am. J. Med. 70 (1981) 655

27. CABRERA., H.A.: An outbreak of Serratia marcescens and its control. Arch. Intern. Med. 123 (1969) 650

28. CARTWRIGHT, R.Y. and P.R. HARGRAVE: Lancet I (1970) 40

29. Center for Disease Control: National Nosocomial Infections Study Quarterly Report. Second Quarter 1971, Issued April 1972

30. Center for Disease Control: National Nosocomial Infections Study Quarterly Report. Third Quarter 1972, Issued August 1973

31. CHADWICK, P.: The Epidemiological Significance of Pseudomonas aeruginosa in Hospital Sinks. Canadian Journal of Public Health 67 (1976) 323

32. CHAVES, A.D., D.L. BRUMMER, H.A. DICKIE et al.: Cleaning and sterilization of inhalation equipment. Am. Rev. Resp. Dis. 98 (1968) 521

33. COCKCROFT, A., J. EDWARDS, C. BEVAN, I. CAMPBELL, G. COLLINS, K. HOUSTON, D. JENKINS, S. LATHAM, M. SAUNDERS and D. TROTMAN: An investigation of operating theatre staff exposed to humidifier fever antigens. Brit. J. Industr. Med. 38 (1981) 144

34. McCORMACK, R.C. and C.M. KUNIN: Control of Single source nursery epidemic due to serratia marcescens. Pediatrics 37 (1966) 750

35. CRANE, L.R., L.C. TAGLE and W.A. PALUTKE: Outbreak of Pseudomonas paucimobilis in an intensive care facility. J. Am. Med. Assoc. 246 (1981) 985

36. CRAVEN, D.E., M.G. CONNOLLY, D.A. LICHTENBERG et al.: Contamination of mechanical ventilators with tubing changes every 24 or 48 hours. N. Engl. J. Med. 306 (1982) 1505

37. CROSS, A.S. and B. ROUP: Role of Respiratory Assistance Devices in Endemic Nosocomial Pneumonia. Am. J. Med. 70 (1981) 681

38. CUNHA, B.A., J.J. KLIMEK, J. GRACEWSKI, J.C. McLAUGHIN and R. QUINTILLIANI: A common source outbreak of Acinetobacter pulmonary infections traced to Wright respirometers (abstract). Clin. Res. 26 (1978) 392

39. DANGEL, P. und O. MÖLLER: Hygienische Maßnahmen bei Intensivbehandlung von intubierten und tracheotomierten Patienten. In: JUST, O.J. (Hrsg.): Praxis der klinischen Hygiene in Anaesthesie und Intensivpflege. INA Band 9, Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1977

40. DEANE, R.S., E.L. MILLS and A.J. HAMEL: Antibacterial action of copper in respiratory therapy apparatus. Chest 59 (1970) 373

41. DEVERILL, C.E.A. and K.K. DUTT: Methods of decontamination of anaesthetic equipment: Daily sessional exchange of circuits. J. Hosp. Infect. 4 (1980) 165

42. DICKGIESSER, N.: Untersuchungen über die gegenseitige Beeinflussung von Bakterien in nährstoffarmem wäßrigem Milieu. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 169 (1979) 293

43. DICKGIESSER, N. und F. RITTWEGER: Untersuchungen über das Verhalten von grampositiven Kokken und gramnegativen Bakterien in Aqua bidest. und Leitungswasser bei verschiedenen Temperaturen und unterschiedlichen Ausgangskeimzahlen. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 169 (1979) 308

44. DIETZEL, W.: Realismus in der Krankenhaushygiene: Endotracheale Absaugung. Hyg. + Med. 6 (1981) 185

45. DIETZEL, W.: Probleme der Sterilität in der Inhalations- und Beatmungs-Inhalationstherapie. Hyg. + Med. 3 (1978) 114

46. DIRNAGL, K.: Physikalische Grundlagen der Aerosol-Therapie. Atemwegs- und Lungenkrankheiten 5 (1979) 22

47. DIXON, R.E.: Nosocomial Respiratory Infections. Infection Control 4 (1983) 376

48. DOGGETT, R.G.: Incidence of Mucoid Pseudomonas aeruginosa from Clinical Sources. Appl. Microb. 18 (1969) 936

49. DOGGETT, R.G. (Ed.): Pseudomonas aeruginosa. Clinical Manifestations of Infection and Current Therapy. Academic Press, New York, San Francisco, London, 1979

50. DONS, N., K.R. ERIKSEN and S. JÖRGENSEN: Apparatur til iltterapy som infectionskilde. Ugeskr. Laeg. 121 (1959) 1525

51. DOURNON, E.A., N. BURE, M.F. DESPLACES and Ch. MAYAND: Legionnaires diseases related to gastric lavage with tap water. Lancet I (1982) 797

52. DOUVLIS, Z.: Zur Problematik der Pseudomonas-Besiedlung des respiratorischen Systems bei intubierten und künstlich beatmeten Patienten. Hyg. + Med. 9 (1983) 3

53. DUNKELBERG, H., E.H. PFEIFFER, H.-P. WERNER und J.R. WITTIG: Hygienisch-bakteriologische Vergleichsuntersuchungen an 50 Krankenhäusern. IV. Die bakterielle Kontamination von Flüssigkeiten aus Intensivpflege-, Frühgeborenen- und Neugeborenenstationen. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 161 (1976) 417

54. EDITORIAL: Humidifier fever: a disease to look out for. Brit. Med. J. (1978) 1164

55. EDMONDSON, E.B., J.A. REINARZ, A.K. PIERCE and J.P. SANFORD: Nebulization equipment. A potential source of infection in gramnegative pneumonias. Am. J. Dis. Child. 111 (1966) 357

56. EMORI, T.G., R.W. HALEY and J.S. GARNER: Techniques and Uses of Nosocomial Infection Surveillance in U.S. Hospitals 1976-1977. Am. J. Med. 70 (1981) 933

57. Empfehlung vordringlicher Maßnahmen zur Verhütung von Krankenhausinfektionen, bearbeitet vom Ministerium für Soziales, Gesundheit und Sport, Rheinland-Pfalz und dem Hygiene-Institut der Johannes Gutenberg-Universität. Hyg. + Med. 4 (1979) 210

58. EXNER, M., G.-J. TUSCHEWITZKI und F. HAUN: Rasterelektronenoptische Darstellung der Wandbesiedlung wasserführender Kunststoffschläuche. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 176 (1982) 425

59. FAIRLEY, H.B.: Intensive care and inhalation therapy. Clin. Anaesth. 3 (1969) 459

60. FAVERO, M.F., L.A. CARSON, W.W. BOND and N.J. PETERSON: Pseudomonas aeruginosa: growth in distilled water from hospitals. Science 173 (1971) 836

61. FEELEY, T.W., W.K. HAMILTON, B. XAVIER, J. MOYERS and E.I. EGER: Sterile Anesthesia Breathing Circuits Do Not Prevent Postoperative Pulmonary Infection. Anesthesiology 54 (1981) 369

62. FIERER, J., P.M. TAYLOR and H.M. GEZON: Pseudomonas aeruginosa epidemic traced to delivery room resuscitators. N. Engl. J. Med. 276 (1967) 991

63. FLICK, M.R. and L.E. CLUFF: Pseudomonas Bacteremia. Review of 108 Cases. Am. J. Med. 60 (1976) 501

64. FLYNN, D.D. and L.J. GOLDBERG: Effect of Relative Humidity on Aerosol Persistence of Streptococcus salivarius. Arch. Env. Health 23 (1971) 40

65. FOLEY, J.F. et al.: Achromobacter Septicemia-Fatalities in Prematures. Amer. J. Dis. Child. 101 (1961) 40

66. LaFORCE, F.M. and T.C. EICKHOFF: The role of infection in critical care. Anesthesiology 47 (1977) 195

67. FREBAULT, V.L. and H.L. DAVID: Mycobacterium kansasii: Tapwater contaminant in a hospital. Rev. Epidemiol. Sante Publ. 31/1 (1983) 10

68. FREEMAN, R. and P.K.McPEAKE: Acquisition, spread, and control of Pseudomonas aeruginosa in a cardiothoracic intensive care unit. Thorax 37 (1982) 732

69. FROMM, G.: Hygienisch-bakteriologische Untersuchungen kritischer Einheiten staatlicher Hamburger Krankenhäuser. Öff. Gesundh. Wesen 41 (1979) 419

70. GÄHLER, R. und U. HARTENAUER: Der intubierte/tracheotomierte Patient (Endobronchiale Absaugung). Hyg. + Med. 7 (1982) 318

71. GÄNGEL, G.: Der Einsatz von geschlossenen Sterilwassersystemen im Krankenhaus. Hyg. + Med. 9 (1984) 27

72. GARDNER, P., W.B. GRIFFIN, M.N. SWARTZ and L.J. KUNZ: Nonfermentative gram-negative Bacilli of nosocomial interest. Am. J. Med. 48 (1970) 735

73. GERBER, P., R. de HALLER, W.J. PYROZYNSKI, E.R. STURZENEGGER und O. BRÄNDLI: Die Befeuchterlunge. Schweiz. med. Wschr. 111 (1981) 182

74. GORMAN, G.W., V.L. YU, A. BROWN, J.A. HALL, L.K. CORCORAN, W.T. MARTIN, W.F. BIBB, G.K. MORRIS, M.H. MAGNUSSEN and D.W. FRASER: Isolation of Pittsburgh pneumonia agent from nebulizers used in respiratory therapy. Ann. Intern. Med. 93 (1980) 572

75. GRAEVENITZ, A. von: Mögliche Quellen gramnegativer Hospitalinfektionen. Fortschr. Med. 93 (1975) 386

76. GRIEBLE, H.G., F.R. COLTON, T.J. BIRD, A. TOIGO and L.G. GRIFFITH: Fine-Particle Humidifiers. Source of Pseudomonas aeruginosa infections in a respiratory-disease unit. N. Engl. J. Med. 282 (1970) 531

77. GRÜN, L.: Zur Epidemiologie der Pseudomonas pyocyanea-Infektionen im Krankenhausbereich. Österr. Krankenhauszeit. 10 (1969) 31

78. GRÜN, L.: Wasserhygiene, Wasseraufbereitung, Wasser für klinische Zwecke. Krankenhaus 70 (1978) 432

79. GRÜN, L.: Befeuchterfieber bzw. Montagskrankheit durch Klimaanlagen. Hyg. + Med. 6 (1981) 33

80. GULLER, K., A.S. MALMBORG, B. NYSTRÖM, O. NORDLANDER and N. PETERSON: Clinical experience of disinfection of the Engström respirator by ultrasonic nebulized ethyl-alcohol. Acta anaesth. scand. 13 (1969) 247

81. HALEY, R.W., T.M. HOOTON, D.H. CULVER et al.: Nosocomial infections in US hospitals, 1975-1976: Estimated frequency by selected characteristics of patients. Am. J. Med. 70 (1981) 947

82. HALEY, R.W., D.R. SCHABERG, K.B. CROSSLEY et al.: Extra charges and prolongation of stay attributable to nosocomial infections: A prospective interhospital comparison. Am. J. Med. 70 (1981) 51

83. HAMMANN, V.: Änderung der nosokomialen Infektionshäufigkeit des Respirationstraktes intubierter oder tracheotomierter Intensivpflegepatienten durch Verbesserung der pflegerischen Maßnahmen. Inauguraldissertation zur Erlangung der Doktorwürde, Mainz, 1982

84. HARRIS, D.M. and P.B. GRAY: Pseudomonas aeruginosa and the general hospital: a six-year survey. J. Hyg. Camb. 73 (1974) 249

85. HARRIS, D.M., J.M. ORWIN, J. COLGUHOWN and H.G. SCHROEDER: Control of cross-infection in an intensive care unit. J. Hyg. Camb. 67(1969) 525

86. HARRIS, D.M., T.K. RAMAN, W.J. RICHARDS, S.V.COVERT, J.A. BLAKE and J. ACCURSO: An evaluation of Bacterial Contamination of Ventilator Humidifying Systems. Chest 63 (1973) 222

87. HEBERT, C.L.: Control of microbial contamination of anesthesia equipment. In: Proceedings of the International Conference on Nosocomial Infections. CDC, 1970

88. HEDBERG, M. and J.K. MILLER: Effectiveness of acetic acid, Betadine, Amphyll, polymyxin B, colistin, and gentamicin against Pseudomonas aeruginosa. Appl. Microbiol. 18 (1969) 854

89. HELM, E.B., A. BAUERNFEIND, K. FRECH und F. HAGENMÜLLER: Pseudomonas-Septikämie nach endoskopischen Eingriffen am Gallengangssystem. Dtsch. med. Wschr. 109 (1984) 697

90. HERMAN, L.G. and C.K. HIMMELSBACH: Detection and Control of Hospital sources of Flavobacteria. J. Amer. Hosp. Ass. 39 (1965)

91. HIRAM, C. and J.R. POLK: Prevention of Pseudomonas Respiratory Infection in a Surgical Intensive Care Unit. Ann. Surg. 177 (1973) 607

92. HOFFMANN, M.A. and L. FINBERG: Pseudomonas Infections in Infants Associated with High Humidity Environments. J. Pediatr. 46 (1955) 626

93. JOHANSON, W.G., A.K. PIERCE, J.P. SANFORD et al.: Nosocomial respiratory infections with gram-negative bacilli: The significance of colonization of the respiratory tract. Ann. Intern. Med. 77 (1972) 701

94. JONES, G.O.M., D.E. HALE, C.E. WASMUTH, J. HOMI, E.E. SMITH and J. VILJOEN: A survey of acute complications associated with endotracheal intubation. Cleveland Clin. Quart. 35 (1968) 23

95. JORDY, A.: Vortrag Wien. Tagung der Österreichischen Gesellschaft für Hygiene, Mikrobiologie und Präventivmedizin, 1974

96. KANZ, E.: Aseptik in der Chirurgie. Desinfektion und Sterilisation. Urban & Schwarzenberg, München, 1971

97. KANZ, E.: Hygieneprobleme bei Rettungsmitteln. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 172 (1981) 454

98. KILIAN, J., E. KANZ, H. STOECKEL und F.W. AHNEFELD: Klinisch-hygienische Probleme bei Beatmungspatienten. In: JUST, O.H. (Hrsg.): Klinische Hygiene und Intensivtherapie-Patient. INA, Band 18, Thieme-Verlag, Stuttgart, New York, 1979

99. KILIAN, J.: Der Beatmungspatient an Intensivstationen. In: Europ. Kommitee Interdisziplinare Hospitalhygiene (Hrsg.): Hygienestatus an Intensivstationen. mhp-Verlag, Wiesbaden, 1983

100. KILIAN, J.: Die Aufbereitung von Apparaturen und Instrumentarium zur Atemtherapie. In: FARTHMANN, E.H. und K. KORATZ (Hrsg.): Der septische Patient auf der Intensivstation. Bibliomed, Med. Verlagsges.,1980

101. KINLEY, G.E.: Tracheostomy technique and care. Nora Scotia Med. Bull. 48 (1969) 195

102. KLEIN, G. und W. MÜNTER: Keimübertragung durch Narkosegeräte. Anästh. Prax. 5 (1970) 127

103. KLEIN, H.-J. und M. KUNZE: Experimentelle Untersuchungen über die Verbreitung von Pseudomonas aeruginosa durch ein Kaltverneblungsgerät zur Raumluftbefeuchtung. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 216 (1971) 199

104: KOCH, H. und D. RIESSNER: Infektionsquellen der meist tödlich verlaufenden Pseudomonas-Sepsis und des Pseudomonas-Hospitalismus. Med. Welt (N.F.) 19 (1968) 486

105. KOHLER, P.F., G. GROSS, J.SALVAGGIO and J.HAWKINS: Humidifier Lung: Hypersensitivity Pneumonitis Related to Thermotolerant Bacterial Aerosols. Chest 69 (1976) 294

106. KOLMOS, J.H. and K.E.H. ANDERSEN: Peritonitis with Pseudomonas aeruginosa in Hospital Patients Treated with Peritoneal Dialysis. Scand. J. Infect. Dis. 11 (1979) 207

107. KOSS, J.A., T.A. CONINE, H.E. EITZEN and A.M. LoSASSO: Bacterial contamination potential of sterile, prefilled humidifiers and nebulizer reservoirs. Heart and Lung 8 (1979) 1117

108. KRESKY, B.: Control of gram-negative bacilli in a hospital nursery. Amer. J. Dis. Child. 107 (1964) 363

109. KRIAN, A., H. LENNARTZ und K. STRASSER: Vortrag 5. gemeinsame Tagung der Arbeitsgemeinschaft fur Internistische Intensivmedizin, Wien, 1973

110. KRÜGER, H., R. MALOTTKE und J. POTEL: Hospitalismus durch Pseudomonas aeruginosa. Med. Klin. 72 (1977) 1803

111. LANTOS, J., M. KISS, B. LANYI and J. VOGYESI: Serological and Phage Typing of Pseudomonas aeruginosa Invading a Municipal Water Supply. Acta. microbiol. Acad. Sci. hung. 16 (1969) 333

112. LAURSEN, H.: Incidence of Pseudomonas aeruginosa and other gram-negative rods in newborn infants. Acta obstet. gynec. scand. 41 (1962) 254

113. LEGLER, F.: Ergebnis des Expertengesprächs zwischen Krankenhaushygienikern am 28.3.1984 (Resolution). Hyg. + Med. 9 (1984) 196

114. LEVY, F.V. and H.L. DAVID: Mycobacterium kansasii: Tap water contaminant in a hospital. Rev. Epidemiol. Sante Publ. 31 (1983) 11

115. LINDE, I. und K. KASTLI: Kaltsterilisation von Anästhesiezubehör. Anästh. Prax. 5 (1970) 1

116. LOCKWOOD, W.R. and M. TYLER: Inhalation Therapy Equipment as a Reservoir of Infectious Agents. Southern Medical Journal 64 (1971) 860

117. LOESCHKE, A. und L. BALLOWITZ: Verhütung von Infektionen beim Neugeborenen und auf Neugeborenenabteilungen. Mschr. Kinderheilk. 113 (1965) 409

118. LOWBURY, E.J.L., B.T. THOM, H.A. LILLI, J.R. BABB and K. WHITALL: Sources of Infections with Pseudomonas aeruginosa in patients with tracheostomy. J. Med. Microbiol. 3 (1970) 39

119. MACKEL, D.C.: Sterilization and Decontamination of inhalation therapy equipment. Presented at the 71th Annual Meeting of the American Society of Microbiology, Mai 7, 1971, Minneapolis, Minnesota 1971

120. MÄKELÄ, P., J. OJAJARVI, G. GRAEFFE and M. LEHTIMÄKI: Studies on the effects of ionization on bacterial aerosols in a burns and plastic surgery unit. J. Hyg. Camb. 83 (1970) 190

121. MÄKELÄ, P., J. OJAJÄRN and E. SAMINEN: Decontaminating Waste-Trap. Lancet II (1972) 1216

122. MAKI, D.G.: Nosocomial Bacteremia. An Epidemiologic Overview. Am. J. Med. 70 (1981) 719

123. MAYS, E.E.: Inhalation therapy bacteria. Study of decontamination by trained technicians versus ward personnel. Milit. Med. 138/4 (1973) 219

124. MEADE, J.W.: Tracheostomy - its complications and their management. New. Engl. J. Med. 265 (1961) 519

125. MEADOWS, G.A., J.C. RICHARDSON, E. FISH and A. WILLIAMS: A method of sterilization for the East-Reacliffe ventilator. Brit. J. Anaesth. 40 (1968) 71

126. MEEHAN, T.P.: Sterilität von Sauerstoffanfeuchtungssystemen. Respiratory Care 17, Nr. 5 (1972)

127. MEEKS, Ch., W.E. PEMBLETON and M.E. HENCH: Sterilization of anesthesia apparatus. J. Amer. Med. Ass. 199 (1967) 276

128. MEENHORST, P.L., A.L. REINGOLD, G.W. GORMAN et al.: Legionella pneumonia in guinea pigs exposed to aerosols of concentrated potable water from a hospital with nosocomial legionnaires' disease. J. Infect. Dis. 147 (1983) 129

129. MELLINS, R.B., V. CHERNICK, C.F. DOERSHUK, J.J. DOWNES, J.C. SINCLAIR and W.W. WARING: Respiratory care in infants and children. Amer. Rev. resp. Dis. 105 (1972) 461

130. MERDIAN, K.: Änderung der nosokomialen Infektionshaufigkeit des Harntraktes katheterisierter Intensivpflegepatienten durch Verbesserung der pflegerischen Maßnahmen. Inauguraldissertation zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin, Mainz, 1981

131. MERTZ; J.J., L. SCHARER and J.H. McCLEMENT: A hospital outbreak of Klebsiella pneumoniae from inhalation therapy with contaminated aerosol solutions. Amer. Rev. Resp. Dis. 94 (1966) 454

132. MITCHELL, R.I.: Retention of aerosol particles in a respiratory tract. Amer. Rev. Resp. Dis. 82 (1960) 627

133. MOFFET, H.L., D. ALLANS and T. WILLIAMS: Survival and dissemination of bacteria in nebulizers and incubators. Amer. J. Dis. Child. 114 (1967) 13

134. MOFFET, H.L. and T. WILLIAMS: Bacteria recovered from distilled water and inhalation therapy equipment. Amer. J. Dis. Child. 114 (1967) 7

135. MOFFET, H.L. and D. ALLAN: Colonization of infants exposed to bacterially contaminated mists. Amer. J. Dis. Child. 114 (1967) 21

136. MORRIS, A.H.: Nebulizer contamination in a burn unit. Amer. Rev. Resp. Dis. 107 (1973) 802

137. MORRISON, D.R., R.D. BOOKS, G.O. CARRINGTON and J.M. STEVEN: Control of bacterial contamination in respiratory care devices and a method of preventing autocontamination of pneumatic nebulizers. Respir. Care 20 (1975) 828

138. du MOULIN, G.C. and J. HEDLEY-WHYTE: Bacterial Interactions between Anesthesiologists, their Patients, and Equipment. Anesthesiology 57 (1982) 37

139. du MOULIN, G.C. and A.J. SAUBERMANN: The Anesthesia Machine and Circle System Are not Likely to be Sources of Bacterial Contamination. Anesthesiology 47 (1977) 353

140. MÜLLER, H.E.: Häufigkeit der Legionärskrankheit und Infektion durch Leitungswasser. Hyg. + Med. 8 (1983) 45

141. NAZEMI, M.M., D.M. MUSHER and R.R. MARTIN: A practical method for monitoring bacterial contamination of inhalation therapy machines. American Review of Respiratory Disease 106 (1972) 920

142. NELSON, E.J. and K.J. RYAN: A new use for pasteurization: Disinfection of inhalation therapy equipment. Respiratory Care 16 (1971) 97

143. McNEMARA, M.F., M.C. HILL, A. BALOWS and E.B. TUCKER: A study of the bacteriologic patterns of hospital infections. Ann. Intern. Med. 66 (1967) 480

144. NIELSEN, H., J.B. JACOBSEN, D.B. STOKKE, M.M. BRINKLØV and K.N. CHRISTENSEN: Cross-infection from contaminated anaesthetic equipment. A real hazard? Anaesthesia 35 (1980) 703

145. NOONE, M.R., T.L. PITT and M. BEDDER: Pseudomonas aeruginosa colonisation in an intensive therapy unit: Role of cross infection and host factors. Br. Med. J. 286 (1983) 341

146. NOONE, P. and M.S. SHAFI: Controlling infection in a district general hospital. J. clin. Path. 26 (1973) 140

147. NYSTROM, B.: Disinfection of surgical Instruments. J. Hosp. Infect. 4 (1981) 363

148. OLDS, J.W., A.L. KISCH, B.J. EBERLE and J.N. WILSON: Pseudomonas aeruginosa respiratory tract infection acquired from a contaminated anaesthesia machine. Amer. Rev. Resp. Dis. 105 (1972) 628

149. PARROTT, W.F. and W. BLYTH: Another Causal Factor in the Production of Humidifier Fever. J. Soc. Occup. Med. 30 (1980) 63

150. PETERSON, N.O.A. and K.G. ROSDAHL: Ultrasonic nebulized ethanol for the disinfection of respiratory equipment. Opusc. Med. 11 (1966) 278

151. McPHERSON, C.R.: Oxygen-therapy, an unsuspected source of hospital infection?J. Amer. Med. Ass. 167 (1958) 1083

152. PHILLIPS, I.: Pseudomonas aeruginosa respiratory tract infections in patients receiving mechanical ventilation. J. Hyg. Camb. 65 (1967) 229

153. PHILLIPS, I., S. EYKYN and M. LAKER: Outbreak of hospital infection caused by contaminated autoclaved fluids. Lancet I (1972) 1258

154. PHILLIPS, I., A. KING, S. JENKINS and G. SPENCER: Control of respirator-associated infection due to pseudomonas aeruginosa. The Lancet (1974) 871

155. PHILLIPS, I. and G. SPENCER: Pseudomonas aeruginosa cross infection. Lancet II (1965) 1325

156. PHILLIPS, I., S. EYKYN, M.A. CURTIS, and J.J. SNELL: Pseudomonas cepacia Septicemia in an Intensive care unit. Lancet I (1971) 375

157. PICKERING, C.A.C.: Humidifier fever. MRC Symposium. Thorax 32 (1977) 653

158. PIERCE, A.K., E.B. EDMONDSON, G. McGEE, J. KETCHERSIDE, R.G. LOUDON and J.P. SANFORD: An analysis of factors predisposing to gram negative bacillary necrotizing pneumonia. Amer. Rev. Resp. Dis. 94 (1966) 309

159. PIERCE, A.K. and J.P. SANFORD: Treatment and prevention of infections associated with inhalation therapy. Mod. Tret. 3 (1966) 1171

160. PIERCE, A.K. and J.P. SANFORD: Bacterial Contamination of Aerosols. Arch. Intern. Med. 134 (1973) 154

161. PIERCE, A.K. and J.P. SANFORD: A statement by the commitee on therapy Bacterial contamination of aerosols. Arch. Intern. Med. 131 (1973) 156

162. PIERCE, A.K., J.P. SANFORD, G.D. THOMAS and J.S. LEONHARD: Long-term evaluation of decontamination of inhalation therapy equipment and the occurence of necrotizing pneumonia. New Engl. J. Med. 282 (1970) 528

163. PLOTKIN, S.A. and R. AUSTRIAN: Bacteremia caused by Pseudomonas Sp. Following the Use of Materials Stored in Solutions of a Cationic Surface-active Agent. Am. J. Med. Sciences (1958) 621

164. PORTNER, D.M. and R.K. HOFFMANN: Sporicidal effect of peracetic acidvapor. Appl. Microbiol. 16 (1968) 1782

165. PRESTON, G.A., E.L. LARSON and W.E. STAMM: The Effect of Private Isolation Rooms on Patient Care Practices, Colonization and Infection in an Intensive Care Unit. Am. J. Med. 70 (1981) 641

166. RANDALL, C.: The problem of pseudomonas cepacia in a Hospital. Can. J. Publ. Health 71 (1980) 119

167. REINARZ, J.A., A.K. PIERCE, B.B. MAYS and J.P. SANFORD: The potential role of inhalation therapy equipment in nosocomial pulmonary infection. J. clin. Invest. 44 (1965) 831

168. REINHARDT, D.J., C. KENNEDY and B. MALECKA-GRIGGS: Selective Nonroutine Microbial Surveillance of In-Use Hospital Nebulizers by Aerosol Entrapment and Direct Sampling Analyses of Solutions in Reservoirs. J. Clin. Microb. 12 (1980) 199

169. RENDELL-BARKER, L. and R.B. ROBERTS: The hazards of Ethylene Oxide Sterilization. Anesthesiology 30 (1969) 349

170. RENDELL-BARKER, L. and R.B. ROBERTS: Gas- versus Steam Sterilization: When to use which. Med. Surg. Rev. 5 (1969) 10

171. REYBROUCK, G. und M. ROTTER: Begleitende Hygienemaßnahmen. In: Europ. Kommitee Interdisziplinäre Hospitalhygiene (Hrsg.) Hygienestatus an Intensivstationen. mhp-Verlag, Wiesbaden, 1983

172. RHOADES, E.R., R. RINGROSE, J.A. MOHR, L. BROOKS, F.A. McKNOWN and F. FELTON: Contamination of ultrasonic nebulization equipment with gram-negative bacteria. Arch. Intern. Med. 127 (1971) 228

173. RIDGWAY, H.F. and B.H. OLSON: Chlorine Resistance Patterns of Bacteria from Two Drinking Water Distribution Systems. Appl. Environ. Microb. 44 (1982) 972

174. RINGROSE, R.E., B. McKNOWN, F.G. FELTON et al.: A hospital outbreak of Serratia marcescens associated with ultrasonic nebulizers. Ann. Intern. Med. 69 (1968) 719

175. ROBERTS, F.J., W.H. COCKCROFT and H.E. JOHNSON: A hot water disinfection method for inhalation therapy equipment. Canad. Med. Ass. J. 101 (1969) 30

176. ROBERTS, F.J. and T. FISHWICK: Disinfection of inhalation therapy equipment. Can. Inhal. Ther. 6 (1970) 16

177. ROBERTS, R.B.: The eradication of cross-infection from anesthetic equipment. Anesth. Analg. 49 (1970) 63

178. ROBERTS, F.J., W.H. COCKCROFT, H.E. JOHNSON and T. FISHWICK: The infection hazard of contaminated nebulizers. Canad. Med. Ass. J. 108/1 (1973) 53

179. ROGERS, K.B.: Pseudomonas infections in a children's hospital. J. Appl. Bact. 23 (1960) 533

180. ROGER, L.A. and S. OSTERHOUT: Pneumonia following tracheostomy. Amer. Surg. 36 (1970) 39

181. ROMIG, D.A., D.W. VOTH, C. LIU and C.E. BRACKETT: Bacterial flora and infection in patients with brain injury. J. Neurosurg. 38 (1973) 710

182. RUBBO, S.D., J.F. GARDNER and J.C. FRANKLIN: Source of Pseudomonas in premature infants. J. Hyg. Camb. 64 (1966) 121

183. RUBENSTEIN, A.D. and R.N. FOWLER: Salmonellosis of the newborn with transmission by delivery room resuscitators. Am. J. Publ. Health 45 (1955) 1109

184. SAFAR, P.: Respiratory therapy. Clin. aesth. series Davis Co. (1965) 120

185. SANDERS, C.V., J.P. LUBY, W.G. JOHANSON, J.A. BARNETT and J.P. SANFORD: Serratia marcescens infections from inhalation therapy medications: nosocomial outbreak. Ann. Intern. Med. 73 (1970) 15

186. SANDISON, J.W., P.W. McCORMICK and M.K. SYKES: I.P.P.R. after Open Heart Surgery. Brit. J. Anaesth. 35 (1963) 100

187. SANFORD, J.P. and A.K. PIERCE: Current infection problems respiratory. In: Proceedings of the international commitee on nosocomial infections. CDC, 1970

188. SANFORD, J.P. and A.K. PIERCE: Lower respiratory tract infections. In: BENNETT, J.V. and Ph. S. BACHMAN: Hospital infections. Little Brown, Boston, 1979

189. SCHAFFNER, W., G. REISIG and R.A. VERRALL: Outbreak of Pseudomonas cepacia infection due to contaminated anaesthetics. Lancet I (1973) 1050

190. SCHERER, M., H. SCHLEGEL und G. LEBEK: Befeuchterfieber in einer Giesserei. Praxis 67 (1978) 1855

191. SCHULZE, T., E.B. EDMUNDSON, A.K. PIERCE and J.P. SANFORD: Studies of a new humidifying device as a potential source of bacterial aerosols. Amer. Rev. Resp. Dis. 96 (1967) 517

192. SEFRIN, P., E. OTT und W. DÖLL: Wasserversorgung in Rettungswagen - Untersuchungen zur Hygiene verschiedener Versorgungssysteme. Hyg. + Med. 8 (1983) 515

193. SEN, P. and D.B. LOURIA: Superinfection. Compr. Ther. 8 (1982) 58

194. SEVER, J.L.: Possible role of humidifying equipment in spread of infections in the newborn nursery. Pediatrics 24 (1959) 50

195. SIEGENTHALER, W., P. FUCHS, G. SIEGENTHALER and R. LUETHY: Infections and their treatment in intensive care units. Intensivmedizin 19 (1982) 128

196. SIMMONS, B.P. and E.S. WONG: Guideline for Prevention of Nosocomial Pneumonia. Infection Control 3 (1982) 327

197. SINGER, E., H. SCHNEIDER und R. LOMMEL: Die Kontamination von Anästhesiezubehör bei bakteriellen Infekten der Luftwege. 8. Tagung Bayerischer Anästhesisten, München, Juni 1978

198. SMITH, P.W. and M. MASSANARI: Room humidifiers as the source of Acinetobacter infections. Jama 237 (1977) 795

199. SNYDMAN, D.R., S.A. MURRAY, S.J. KORNFELD et al.: Total parenteral nutrition-related infections. Prospective epidemiologic study using semiquantitative methods. Am. J. Med. 73 (1982) 695

200. SONNTAG, H.-G. und V. HINGST: Kontrolluntersuchungen von Dialysewasser, Ergebnisse und Konsequenzen. Hyg. + Med. 9 (1984) 169

201. SPENCER, G., M. RIDLEY, S. EYKYN and J. ACHONG: Disinfection of lung ventilators by alcohol aerosol. Lancet II (1968) 667

202. SPIELMANN, M. und H.-P. WERNER: Zur Epidemiologie von Bakterien in Wasserstellen innerhalb des Krankenhauses. 18. Jahrestagung der Österr. Ges. f. Hygiene, Mikrobiologie und Präventivmedizin, Millstatt, Mai 1982

203. SPRÖSZIG, M.: Kaltsterilisation mit Peressigsäure. Mitt. Öst. San. Verw. 74 (1973) 298

204. STEINBEREITHNER, K., J. KRENN, R. SCHERTLER, V. VECBI, und E. BAUER: Bronchopulmonale Infektion als Komplikation der Langzeitbeatmung. In: WIENERS, K. und K.C. SCHOLLER (Hrsg.): Lungenveränderungen bei Langzeitbeatmung. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1973

205. STEUER, W.: Krankenhaushygienische Gesichtspunkte bei der Anwendung medizinisch-technischer Geräte. Anästh. Intensivmed. 22 (1981) 400

206. STOBER, H.D., M. LUDER, Ch. BENSOW et al.: Experimentelle Untersuchungen über die mikrobielle Kontamination von Narkosegeräten und Zubehör und die Bedeutung für den infektiösen Hospitalismus. II. Zur Frage der aerogenen Keimverbreitung während der Inhalationsnarkose. Anaesthesiol. Reanim. 7 (1982) 85

207. STOECKEL, H., O.H. JUST und E. KANZ: Hygienisch-bakteriologische Probleme in der Intensivmedizin. Langenbecks Arch. Klin. Chir. 332 Kongr.bd. (1972) 545

208. STOLER, B.S.: Sterilität eines Einweg-Sauerstoffanfeuchtungssystems. Resp. Care 17 (1972)

209. STORM, W.: Transitorische Bakteriämien nach endotrachealem Absaugen. Dtsch. med. Wschr. 106 (1981) 1496

210. STOUT, J., V.L. YU, R.M. VICKERS and J. SHONNARD: Potable water supply as the hospital reservoir for Pittsburgh pneumonia agent. Lancet I (1982) 471

211. SUTTER, V.L,, V. HURST, M. GROSSMANN and R. CALONJE: Source and significance of Pseudomonas aeruginosa in sputum: Patients requiring tracheal suction. J. Amer. Med. Ass. 197 (1966) 854

212. TINNE, J.E.: Persistance of a specific Pseudomonas infection in a large general hospital. Scot. Med. J. 22 (1977) 16

213. TINNE, J.E., A.M. GORDON, W.H. BRAUN and W.A. MACKEY: Cross-infection by Pseudomonas aeruginosa as a hazard of intensive-surgery. Brit. Med. J. 1967 IV, 313

214. TOWNSEND, T.R., S.B. WEE and B. KOBLIN: An Efficacy Evaluation of a Synergized Glutaraldehyde-Phenate Solution in Disinfecting Respiratory Therapy Equipment Contaminated During Patient Use. Inf. Contr. 3 (1982) 240

215. TURCK, M. and W. STAMM: Nosocomial Infection of the Urinary Tract. Am. J. Med. 70 (1981) 651

216. TUSCHEWITZKI, G.-J., M. EXNER und E. THOFERN: Induktion einer mikrobiellen Wandbesiedlung in Kunststoffschläuchen durch Trinkwasser. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 178 (1983) 380

217. Van ASSENDELFT, A., K.-P. FORSEN and H. KESKINEN: Humidifier-associated extrinsic allergic alveolitis. Scand. J. Work. Environ. Health 5 (1979) 35

218. WANNER, H.U. und H. RUSSENBERGER: Bakterielle Kontamination von Atemluftbefeuchtern. Schweiz. med. Wschr. 103 (1973) 1103

219. WEBER, G., H.-P. WERNER und H. MATSCHNIGG: Pseudomonas aeruginosa im Trinkwasser als Todesursache bei Neugeborenen. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. 216 (1971) 210

220. WEBER, G., M.-F. KLENNER und H.-P. WERNER: Infektionen Neugeborener durch kontaminiertes Trinkwasser. Mitt. Öst. San.-Verw. 74 (1973)

221. WEISSBURG, A., J. LAMPERT, G. FLEISHER, J. CAMPOS and S. PLOTKIN: Tracheal colonization and infection in a pediatric intensive care unit. Am. J. Inf. Contr. 8 (1980) 46

222. WENZEL, K.-P., M. RICHTER, M. SPROESZIG, P. WUTZLER und H. MÜCKE: Sterilisation von Biotronik Herzschrittmachern mit Peressigsäure. Zbl. Chir. 98 (1973) 1357

223. WERNER, H.-P.: Desinfektion im Rahmen moderner Krankenhaushygiene. Ges.Wes. u. Desinf. 62 (1970) 161

224. WERNER, H.-P.: Schwerpunkte zur Verhütung von Krankenhausinfektionen durch gramnegative Bakterien. Prakt. Anästh. 9 (1974) 316

225. WERNER, H.-P.: Infektionsquellen und Infektionswege. Hyg. + Med. 2 (1977) 133

226. WERNER, H.-P.: Die Bedeutung hygienisch-bakteriologischer Untersuchungen zur Ermittlung des "Hygiene-Status" in Krankenhäusern. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B. 168 (1979) 37

227. WERNER, H.-P.: Aufbereitung von Anaesthesie-Material, Instrumentarium und medizinischen Geräten. Hyg. + Med. 7 (1982) 229

228. WERNER, H.-P., H. FLAMM, F. LACKNER und R. KUCHER: Kontrolle der Infektionswege auf einer Intensivbehandlung. Z. prakt. Anästh. 7 (1972) 121

229. WERNER, H.-P. und A. MOSER: Krankenhausinfektionen auf einer Entbindungsstation durch Trinkwasser. Z. Geburtsh. Gynäk. 172 (1970) 304

230. WERNER, H.-P., G. WIEDERMANN und H. FLAMM: Angewandte Hygiene im Krankenhaus. Göschl, Wien, 1972

231. WEWALKA, G. und H.-P. WERNER: Die Anwendung von Peressigsäure-Aerosol zur Desinfektion medizinischer Apparate. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 156 (1973) 557

232. WHITBY, J.L.: Sterilization of Ventilatory Equipment. proc. Roy. Soc. Med. 63 (1970) 909

233. WILSON, M.G., R.C. NELSON, L.H. PHILLIPS and R.A. BOAK: New source of Pseudomonas in nursery. J. Am. Med. Ass. 175 (1961) 1146

234. WINGE-HEDEN, K.: Bacteriological studies in anaesthetic apparatus. Acta. Chir. Scand. 124 (1962) 294

235. WOLFSDORF, M.B., D.L. SWIFT and M.E. AVERY: Mist therapy reconsidered: An evaluation of the respiratory deposition of labelled water aerosols produced by jet and ultrasonic nebulizers. Pediatrics 43 (1969) 799

236. ZIMMERMANN, W. und G. BALDAUF: Kaltvernebler aus bakteriologischer Sicht. Dtsch. Med. Wschr. 98 (1973) 227

Ich danke Herrn Prof. Dr. Joachim Borneff für die Überlassung des Themas und die hilfreiche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeiten.

Auch Herrn Prof. Dr. Heinz-Peter Werner sei für die zahlreichen Hinweise herzlich gedankt.

Lebenslauf

Am 25. Juni 1949 wurde ich als zweites Kind des Zahnarztes Karl Harrer und seiner Frau Elisabeth, geb. Kempf in Klein-Auheim (Hanau) geboren.

Von 1955 bis 1959 besuchte ich die Grundschule in Klein-Auheim. Danach wechselte ich auf die Marienschule der Ursulinen. Hier legte ich am 11. Juni 1968 mein Abitur ab.

Von 1968 bis 1969 erlernte ich auf der Köhlhoferschule in Marburg den Beruf der Zahnarzthelferin, den ich bis zu meiner Immatrikulation in Medizin im Wintersemester 1970/71 ausübte.

Das Vorphysikum legte ich am 22. März 1972 ab, das Physikum am 22. März 1973. Das Staatsexamen war am 7. Juli 1976 beendet.

Seit dem 1. November 1980 bin ich als wissenschaftliche Angestellte im Hygiene-Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz tätig.

Am 9. Juli 1971 heiratete ich den Zahnarzt Dr. Karl-Heinrich Spielmann.

Am 18. April 1978 kam mein Sohn Karl Ludwig Matthias zur Welt, meine Tochter Charlotte Luise am 27. Februar 1983.